

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

О. В. ЯКИМЕНКО

**БУДІВЕЛЬНА ТЕХНІКА ТА
ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА**

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

(для студентів 2 та 3 курсів денної та заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, спеціалізації (освітні програми) «Будівництво» («Промислове і цивільне будівництво», «Міське будівництво та господарство»), «Цивільна інженерія» («Теплогазопостачання і вентиляція», «Водопостачання та водовідведення»))

**Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2020**

Якименко О. В. Будівельна техніка та технологія будівельного виробництва : конспект лекцій для студентів 2 та 3 курсів денної та заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», спеціалізації (освітні програми) «Будівництво» («Промислове і цивільне будівництво», «Міське будівництво та господарство»), «Цивільна інженерія» («Теплогазопостачання і вентиляція, «Водопостачання та водовідведення») / О. В. Якименко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва. ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 180 с.

Автор:

канд. екон. наук, доц. О. В. Якименко

Рецензент:

Морковська Наталія Георгіївна, кандидат технічних наук, доцент кафедри технології будівельного виробництва і будівельних матеріалів Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою технології будівельного виробництва та будівельних матеріалів, протокол № 1 від 29.08. 2018

ЗМІСТ

ВСТУП	6
ЛЕКЦІЯ 1 ЗАГАЛЬНА БУДОВА БУДІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ. КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ІНДЕКСАЦІЯ	7
1.1 Вимоги, що висуваються до машин	7
1.2 Удосконалення структури парку і класифікація машин	10
1.3 Загальна характеристика приводів і силового обладнання машин	11
1.4 Трансмисії будівельних машин	12
1.5 Ходове обладнання будівельних машин	13
ЛЕКЦІЯ 2 ТРАНСПОРТНІ, ТРАНСПОРТУВАЛЬНІ ТА НАВАНТАЖУВАЛЬНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНІ МАШИНИ	15
2.1 Загальна характеристика транспортування будівельних вантажів	15
2.2 Вантажні автомобілі, трактори, пневмоколісні тягачі	16
2.3 Спеціалізовані транспортні засоби	18
2.4 Устаткування для пневматичного транспортування матеріалу	20
2.5 Навантажувально-розвантажувальні машини	22
ЛЕКЦІЯ 3 МАШИНИ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ, СОРТУВАННЯ І МИТТЯ КАМ'ЯНИХ МАТЕРІАЛІВ	24
3.1 Машини для дроблення кам'яних матеріалів	24
3.2 Машини для сортування кам'яних матеріалів	28
3.3 Машини для миття кам'яних матеріалів	29
ЛЕКЦІЯ 4 ВАНТАЖОПІДЙМАЛЬНІ МАШИНИ	31
4.1 Призначення і класифікація	31
4.2 Щоглові і щоглово-стрілові крани	34
4.3 Баштові крани	34
4.4 Стрілові самохідні крани	36
ЛЕКЦІЯ 5 МАШИНИ ДЛЯ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ	41
5.1 Загальна характеристика робочого процесу	41
5.2 Екскаватори	42
5.3 Землерийно-транспортні машини	46
5.4 Бурильні машини	48
5.5 Устаткування гідромеханізації	49
5.6 Ґрунтоущільнювальні машини	50
ЛЕКЦІЯ 6 МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПАЛЬОВИХ РОБІТ ...	53
6.1 Машини для паливних робіт	53
6.2 Машини й устаткування для занурення палів	54
ЛЕКЦІЯ 7 МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ І ТРАНСПОРТУВАННЯ БЕТОНІВ І РОЗЧИНІВ	57
7.1 Типи бетонозмішувачів циклічної і безперервної дії	57
7.2 Машини для транспортування бетонних сумішей і розчинів	59
7.3 Машини для укладання бетону та оброблення його поверхні	62
7.4 Устаткування для ущільнення бетонної суміші	63

ЛЕКЦІЯ 8 РУЧНІ МАШИНИ	66
8.1 Класифікація ручних машин	66
8.2 Ручні машини для свердління отворів	67
8.3 Ручні машини для руйнування покриттів і ущільнення ґрунту	69
8.4 Ручні машини для шліфування, різання й стругання матеріалів ...	70
8.5 Машини для тинькування	73
8.6 Машини для малярних робіт	74
8.7 Машини для покриття підлог, покрівель і виконання гідроізоляційних робіт	76
ЛЕКЦІЯ 9 ПІДГОТОВКА БУДІВЕЛЬНОГО МАЙДАНЧИКА. ВАНТАЖІ, ДОРОГИ ТА ТРАНСПОРТ У БУДІВНИЦТВІ	79
9.1 Вимоги до підготовки будівельного майданчика	79
9.2 Створення геодезичної розбивної основи	80
9.3 Облаштування будівельного майданчика	80
9.4 Класифікація будівельних вантажів, різновиди транспорту	81
9.5 Обґрунтування вибору транспортного засобу	83
9.6 Безрейковий транспорт	84
9.7 Рейковий транспорт	85
9.8 Тракторний, водний і повітряний транспорт	86
9.9 Спеціальні різновиди горизонтального транспорту	87
9.10 Навантаження-розвантаження будівельних вантажів	88
ЛЕКЦІЯ 10 ВИКОНАННЯ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ. УЛАШТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ	91
10.1 Різновиди земляних споруд	91
10.2 Підготувальні процеси під час виконання земляних робіт	92
10.3 Методи виконання земляних робіт	95
10.4 Безтраншейне розроблення ґрунту	98
10.5 Допоміжні процеси під час виконання земляних робіт	99
10.6 Виконання земляних робіт у зимових умовах	100
ЛЕКЦІЯ 11 УЛАШТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ	103
11.1 Улаштування стрічкових фундаментів	103
11.2 Улаштування монолітної плити	104
11.3 Види забивних паль та їхнє влаштування	105
11.4 Види набивних паль та їхнє влаштування	108
11.5 Улаштування фундаментів глибокого закладання	110
ЛЕКЦІЯ 12 ВИКОНАННЯ КАМ'ЯНИХ РОБІТ	114
12.1 Види та елементи кам'яного мурування	114
12.2 Матеріали для кам'яного мурування	114
12.3 Системи перев'язування швів. Способи укладання цегли	116
12.4 Мурування з керамічних, бетонних і природних каменів	119
12.5 Мурування перемичок, арок, димових каналів	120
12.7 Інструменти, пристосування, інвентар. Засоби підмощування	121
12.8 Організація праці мулярів	123
12.9 Зведення кам'яних конструкцій у надзвичайних умовах	124

ЛЕКЦІЯ 13 ВИКОНАННЯ БЕТОННИХ РОБІТ	125
13.1 Палублення	125
13.2 Виконання арматурних робіт	129
13.3 Транспортування бетонної суміші	133
13.4 Укладання й ущільнення бетонної суміші	137
13.4 Догляд за бетоном і розпалублення	141
ЛЕКЦІЯ 14 ПРИНЦИПИ ТА МЕТОДИ МОНТАЖУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ	143
14.1 Загальні положення	143
14.2 Транспортування та складування збірних конструкцій	147
14.3 Підготування елементів конструкцій до монтажу	148
14.4 Вантажопідіймальні монтажні машини та механізми	149
14.5 Інструменти, пристосування та інвентар для монтажних робіт ...	150
ЛЕКЦІЯ 15 ВИКОНАННЯ ПОКРІВЕЛЬНИХ РОБІТ	153
15.1 Різновиди покрівель	153
15.2 Улаштування рулонних і мастикових покрівель	153
15.3 Улаштування покрівель із листових матеріалів	156
15.4 Улаштування покрівель зі штучних матеріалів	159
15.5 Комплектувальні елементи та системи водовідведення покрівель	161
ЛЕКЦІЯ 16 ВИКОНАННЯ РОБІТ З УЛАШТУВАННЯ ПІДЛОГ	163
16.1 Конструктивні елементи та різновиди підлог	163
16.2 Улаштування монолітних підлог	165
16.3 Улаштування покриттів зі штучних і плиткових матеріалів	167
16.4 Улаштування покриття підлоги з рулонних матеріалів	169
16.5 Улаштування покриття підлоги з деревини	172
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	178

ВСТУП

Необхідність насичення будівельних майданчиків засобами автоматизації та механізації не підлягає сумніву. І все ж, технічне сприяння процесу будівництва за допомогою машин, механізмів і обладнання обумовлено конкретною специфікою їхнього застосування.

Безсумнівно, що перевагами будівельних машин є їхня продуктивність, мобільність і, наскільки можна, компактність. Показова типова конструкція підйомних кранів, для яких за їхньої потужності і складності передбачена тільки одна опора. Широке застосування сьогодні металевих конструкцій в будівництві має великий вплив на розвиток зварювальних технологій.

Якщо говорити щодо професійної підготовки фахівців-будівельників, то в основному вона відповідає завданню підвищення обсягів будівельних робіт, продуктивності праці і отримання досить якісних результатів. Разом з тим, велика кількість в галузі фахівців ручної та напів-ручної праці ставить під питання можливість автоматизації будівництва в цілому. На щастя, тут марними були б пошуки рішень задач автоматизації і механізації в явному вигляді. Такі завдання у всякому разі виявляються комплексними, тому найбільш явно виявляються лише передумови їх вирішення. Будучи штучними спорудами, будівельні об'єкти з'являються в результаті виконання проектів, що створюються архітектурними інститутами, майстернями тощо. При цьому використання знань за фахом необхідно не тільки для визначення технічних можливостей засобів автоматизації, а й для комплексного їхнього застосування.

Удосконалення і прискорення будівельного виробництва, підйом його на якісно новий рівень можливі виключно тільки за рахунок індустріалізації і комплексної механізації основних трудомістких робіт з кінцевою метою повного виключення ручної праці. Широке впровадження комплексної механізації сприяє скороченню термінів будівництва і його собівартості, підвищенню продуктивності праці. У свою чергу, комплексна механізація неможлива без насичення будівництва необхідною кількістю високопродуктивних машин і устаткування. Все це підвищило інтерес фахівців - виробників, а також студентів будівельних вузів і технікумів до інформації щодо таких машин і обладнання.

За останні кілька років з'явилися ознаки відродження вітчизняного машинобудування, відбулося певне оновлення номенклатури устаткування, що випускається, яке стало більш сучасним і менш енергоємним, з'явилися нові підприємства. Велика кількість техніки стали виробляти спільно із зарубіжними партнерами, за новими технологіями, з урахуванням нових вимог. За минулі роки номенклатура будівельних і будівельно-дорожніх машин, що випускаються в країнах, серйозно змінилася.

ЛЕКЦІЯ 1 ЗАГАЛЬНА БУДОВА БУДІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ. КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ІНДЕКСАЦІЯ

1.1 Вимоги, що пред'являються до машин

Зростаючі обсяги земляних робіт вимагають створення потужних, високопродуктивних машин. Існують наступні шляхи вирішення цього завдання.

1. Встановлення на машинах більш потужних двигунів; таке рішення, як правило, пов'язано зі збільшенням загальної маси і габаритних розмірів машини.

2. Створення машин, що працюють за дводвигуною схемою (двдвигунові скрепери), коли один двигун встановлюється на тягачі, а інший на причепі.

3. З'єднання двох і більше машин в один агрегат за схемою «тандем» або «катамаран».

Сучасні вимоги до приводів землерийних і землерийно-транспортних машин зводяться до наступних:

– широкий діапазон перетворення крутного моменту, що забезпечує великі тягові зусилля у разі малих швидкостях руху;

– змінення швидкості руху в залежності від опорів руху без зупинення двигуна;

– безступінчасте регулювання швидкості руху і плавне рушання з місця;

– можливість реверсування, тобто змінення напрямку руху.

В останні роки значно збільшився випуск машин з шарнірно-зчленованою ходовою рамою, що складається з двох або трьох секцій, з'єднаних між собою шарнірами (з вертикальними до ходової рами осями), що дозволяють секціям рами повертатися однією відносно іншої в горизонтальній площині.

Землерийними машинами одного з найбільш поширених типів є *екскаватори* – одноковшеві з дизельним двигуном, багатоковшеві й роторні. Сучасні одноковшеві екскаватори з дизельним двигуном легкого і середнього класів мають гідравлічний привід ходу і робочого обладнання, тому вдосконалення їх конструкцій багато в чому пов'язане з удосконаленням конструкцій гідроприводів і поліпшенням якості гідроапаратури.

Останнім часом значно розширюються сфери застосування екскаваторів. Окрім основного робочого обладнання зворотної і прямої лопат, їх постачають драглайном, повалювально-пакувальним пристроєм для зрізання, повалення і пакування дерев, грейферними захопленнями для перевантаження сипучих, кускових і довгомірних вантажів, буровим обладнанням тощо.

Удосконалення конструкцій бульдозерів характеризується розширенням їх типоразмерного ряду, що містить гусеничні машини з двигуном потужністю 18...600 кВт і в перспективі до 1 200 кВт і колісні машини з двигуном потужністю 50...400 кВт і в перспективі до 900 кВт. Машини середнього і важкого класів обладнають бульдозерним відвалом, який навішують попереду базового трактора, і розпушувачем, який навішують позаду трактора. В якості базових машин для бульдозерно-розпушувального обладнання найбільш

переважними є гусеничні трактори, що мають класичне компонування – переднє розташування двигуна і заднє розміщення кабіни оператора.

Для підвищення надійності відвалів бульдозерів і зниження енергоємності копання ґрунтів особливу увагу необхідно звертати на вибір раціонального профілю робочої поверхні відвалів.

Під час розроблення скреперів все більше місця займає створення потужних самохідних дводвигунових машин з ковшем місткістю 25...40 м³ і двигунами сумарною потужністю 800 кВт і вище. Випускають скрепери з дизель-електричним приводом й мотор-колесами. Збільшується випуск скреперів примусового завантаження ковша за допомогою скребкового ланцюгового елеватора і примусового розвантаження ґрунту виштовхувачем бульдозерного типу.

Удосконалення конструкцій автогрейдерів багато в чому пов'язано з впровадженням систем управління поворотом машини, що дозволяє поліпшити її маневреність і стійкість під час роботи на схилах. Дедалі більшого поширення набувають автогрейдери з шарнірно-зчленованою рамою.

У автогрейдерах застосовують механічні й гідромеханічні трансмісії. Але останнім часом деякі закордонні фірми почали використовувати і гідрооб'ємні трансмісії. У таких машинах головний двигун (дизель) пускає в хід гідронасоси, які подають робочу рідину до гідромоторів, повідомляючи їм обертання; від гідромоторів приводяться в дію провідні колеса машини.

Гідрооб'ємні трансмісії набувають все більшого поширення в дорожньо-будівельних та інших машинах, наприклад в пневмоколісних навантажувачах. Вони мають гарну тягову характеристику і дозволяють незалежно змінювати швидкість руху кожного боку ходової частини без розриву потоку потужності. При цьому колісна машина може переміщатися вперед, назад або розвертатися на місці так само, як і гусенична.

Для виконання будівельно-монтажних робіт все більшого застосування знаходять самохідні пневмоколісні крани на базі вантажних автомобілів, а також потужні самохідні крани з багатосекційною телескопічною стрілою на багатовісному шасі автомобільного типу і крани з телескопічною і ґратчастою стрілами на спеціальному пневмоколісному шасі.

На самохідних кранах останніх випусків для приводу всіх механізмів застосовують гідравлічні системи з аксіально-поршневыми насосами і редукторами, від яких приводяться в обертання барабани вантажної й стрілової лебідок і поворотна платформа крана.

До машин і механізмів висувають такі основні вимоги: *соціальні, конструктивні, експлуатаційні й екологічні.*

Соціальні вимоги полягають в забезпеченні зручності роботи в машинах, для чого передбачають захист робітників від вібраційних й атмосферних впливів, зручне розташування приладів, безпечні умови праці.

Розрізняють *активну, пасивну й післяаварійну* безпеку. Під активною безпекою розуміють комплекс експлуатаційних властивостей, що сприяють запобіганню аварійних ситуацій. До цих властивостей відносять динамічні і гальмівні якості, стійкість проти заносу і перекидання, оглядовість,

забезпеченість сигналізацією і приладами, що попереджують про критичні ситуації, надійність і довговічність елементів, руйнування яких може призвести до аварії, забезпеченість звуковою та світловою сигналізацією під час взаємодії з іншими учасниками будівельних процесів, а також автоматичними пристроями безпеки й блокування.

Оглядовість – одне з найважливіших властивостей активної безпеки. Тому машина повинна забезпечувати операторам хорошу видимість робочих органів і оточуючих їх ділянок робочого середовища. Для мобільних машин, взаємодіючих з іншими машинами комплексу в межах будівельного майданчика, огляд повинен бути круговим. У нічний час оглядовість залежить від освітленості робочого простору, яка повинна відповідати встановленим нормам. Безпеці роботи машини сприяють прилади звукової та світлової сигналізації про порушення в гальмівній системі, покажчики вантажного моменту у кранів, креноміри, установлення муфт граничного моменту, пристроїв блокування тощо.

Пасивна безпека у разі виникненні аварійної ситуації повинна виключати або хоча б знижувати травматизм екіпажу. Це досягається в основному за рахунок підвищення міцності і жорсткості конструкції кабіни, застосування безуламкового скла, встановлення на вікна захисних решіток, застосування ременів безпеки. Післяаварійна безпека вимагає від конструкції машин забезпечення швидкого виходу або евакуації людей з аварійної машини. Для цього у верхній частині кабіни роблять спеціальний люк.

Конструктивні вимоги полягають в тому, що вузли машини, їхнє компонування й система управління повинні мати високу надійність, довговічність, допускати зручне замінювання деталей, а також бути добре пристосованими до технічного обслуговування.

Експлуатаційні вимоги об'єднують всі вимоги до машин, оскільки в процесі експлуатації виявляються: працездатність, надійність, технологічність, економічність, ергономічність.

Працездатність – стан машин, під час якого вони здатні виконувати задані функції з параметрами, встановленими нормативно-технічною документацією.

Надійність – властивість машин виконувати задані функції, зберігаючи в часі значення встановлених показників в заданих межах, що відповідають заданим режимам в умовах експлуатації, технічного обслуговування, ремонту, зберігання й транспортування.

Технологічність машини оцінюють за мінімальними витратами коштів, часу й праці в виробництві, експлуатації та ремонті.

Ергономічні властивості відображають відповідність конструкції машини гігієнічним умовам життєдіяльності й працездатності людини, а також його антропометричним, фізіологічним й психофізичним якостям.

Антропометричні вимоги, що визначають відповідність розмірів, геометрії й конструкції робочого місця (кабіни машини) антропометричним характеристикам оператора, тобто формою, розмірами і масою його тіла, а

також фізіологічно раціональним позам оператора на робочому місці під час управління машиною.

Фізіологічні вимоги, що визначають відповідність параметрів машини силовим і швидкісним можливостям оператора в процесі управління машиною, враховуючи вік, стать і тренуваність оператора.

Екологічні вимоги. Зміст СО не повинен перевищувати в кабіні 20 мг/м³, а СО₂ – 0...10 мг/м³. Шкідливий вплив шуму й вібрації на машиніста повинен бути обмежений.

1.2 Удосконалення структури парку і класифікація машин

Під структурою парку машин розуміється кількісне співвідношення між машинами одного і того ж функціонального призначення, але різними за своїми виробничими можливостями (наприклад, кількісне співвідношення між навантажувачами малої, середньої і великої вантажопідйомності) і між машинами різного функціонального призначення (наприклад, кількісне співвідношення між одноковшовими навантажувачами і екскаваторами, між екскаваторами і скреперами тощо)

Таким чином, поряд з підвищенням якості та технічного рівня будівельних і дорожніх машин, одночасно повинна вирішуватися і інше завдання – вдосконалення структури парку і класифікація будівельних і дорожніх машин.

Класифікація машин. Основою для найбільш загальної класифікації машин і обладнання можуть служити основні види робіт. Виходячи з цього, машини можна розподілити на наступні основні класи: транспортні, транспортувальні і вантажно-розвантажувальні; вантажопідйомні; машини та обладнання для земляних робіт; обладнання для паливних робіт; для дроблення, сортування і миття кам'яних матеріалів; машини та обладнання для приготування, транспортування бетонів і розчинів і ущільнення бетонної суміші; для оздоблювальних робіт; ручний механізований інструмент, призначений для виконання різних видів робіт у будівництві.

Класи машин розподіляються на окремі групи, типи, типорозміри за технологічним призначенням, характером робочого процесу, загальним конструктивним рішенням і технічними параметрами.

Головним параметром може служити, наприклад, місткість ковша (екскаватори), максимальна вантажопідйомність (крани) або маса машини, потужність силової установки тощо. Крім розподілу машин за вказаними ознаками і параметрами в залежності від режиму робочого процесу будівельні машини розподіляються на два великих класу: *циклічної дії* і *безперервної дії*. Перевагами машин циклічної дії є їхня універсальність і пристосованість до роботи в різних умовах. Переваги машин безперервної дії – їхня велика продуктивність і кращі техніко-економічні показники у разі спеціальних умов робіт. Близько 80 % машин у будівництві мають власне ходове обладнання. За типом ходового обладнання вони розподіляються на *гусеничні, пневмоколісні, рейкові, колісні і крокуючі*.

Будівельні машини розподіляють також на *універсальні*, здатні швидко змінювати робоче обладнання і виконувати різного роду роботи, і *спеціальні*, призначені для виконання одного спеціального виду робіт. За родом використовуваної енергії силовою установкою будівельні машини розподіляються на *електричні* і працюючі від двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ). Існує ще класифікація на окремі типи машин по різним конструктивним особливостям. Всі мобільні будівельні машини можна уявити як системи, що складаються з наступних основних частин: силового обладнання, трансмісії, робочого обладнання, ходового обладнання та системи управління. У свою чергу, ці частини зазвичай складаються з окремих агрегатів і складальних одиниць, а останні – з деталей. Крім структурних схем для машин прийнято розрізняти також їхні конструктивні і кінематичні схеми, а для машин з гідро- і електроприводами також схеми їхніх гідро- та електроприводів.

Конструктивні схеми визначають принциповий пристрій – конструкцію машин.

Кінематичні схеми показують взаємозв'язки елементів механічного приводу.

Схеми гідро- і електроприводів показують взаємозв'язки гідравлічних і електричних систем у приводі.

1.3 Загальна характеристика приводів і силового обладнання машин

Привід – це сукупність силового обладнання, трансмісії і систем управління, що забезпечують приведення в дію механізмів машини і робочих органів. За системою приводів будівельні машини розподіляються на машини з *груповим* і *багатомоторним* приводом.

Силове обладнання. В якості силового обладнання на будівельних машинах використовуються зазвичай теплові двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ), як правило, дизельні, і рідше – бензинові.

Потужність дизелів, що застосовуються на важких землерійно-транспортних машинах, досягає 1 000...1 200 кВт. Дизельні двигуни мають відносно високим ККД (30...37 %), порівняно невисокими питомою масою (3...4 кг/кВт) і витратою пального (0,180...0,220 кг/(кВт · год).

Гідронасоси, що застосовуються в приводі будівельних машин, за способом подавання рідини розподіляються на шестерні *аксіально-поршневі* і *лопатеві*. Принцип роботи насоса заснований на тому, що зуби, входячи в зачеплення, засмоктують рідину з відповідної камери і виштовхують рідину з западин між зубами в нагнітальну камеру.

Поршневий компресор має циліндр, в якому рухається поршень. Зворотно-поступальний рух поршня забезпечується колінчастим валом, що приводиться від двигуна, і шатуном. Поршневі компресори бувають одно- і багаточиліндрові з одно- і багатоступеневим стисненням. Для забезпечення більш довговічної роботи компресор постачають системою рідинного або повітряного охолодження.

Ротаційні компресори представляють собою циліндр, в якому обертається ексцентрично розташований ротор. У пазах ротора розташовані

лопатки, які під час обертання під дією відцентрових сил щільно притискаються до внутрішньої поверхні циліндра.

Гвинтові компресори представляють собою два ротори гвинтоподібної форми, поміщені в корпус і з'єднані зубчастими колесами, що синхронізують обертання роторів. Один з гвинтів є провідним, інший – веденим.

1.4 Трансмисії будівельних машин

Трансмисії – це пристрої, що забезпечують передавання руху від силової установки до виконавчих механізмів і робочих органів машини. Вони дозволяють змінювати за величиною і напрямком швидкості, крутний момент і зусилля. За способом передавання енергії трансмісії розподіляють на *механічні, електричні, гідравлічні, пневматичні та комбіновані*.

Механічні трансмісії. Вони включають в себе механічні передачі, муфти, гальма та інші елементи, що забезпечують передавання руху. Механічні передачі за принципом роботи розподіляють на: передачі тертям із безпосереднім контактом тіл кочення (*фрикційні*) і з гнучким зв'язком (*ремінні*); передачі зачепленням з безпосереднім контактом (*зубчасті і черв'ячні*) і з гнучким зв'язком (*ланцюгові*).

Зубчасті передачі. Ці механізми за допомогою зубчастого зачеплення передають або перетворюють рух зі зміною кутових швидкостей і моментів.

Черв'ячні передачі передають обертання між осями, що перехрещуються, і відносяться до зубчасто-гвинтовим передач. На відміну від гвинтових передач здійснюється лінійний контакт.

Ланцюгові передачі призначаються для передавання руху між двома паралельними валами у разі досить великої відстані між ними.

Крім звичайних зубчастих передач з нерухомими осями коліс в останні роки в будівельних машинах стали застосовувати передачі з осями коліс, що переміщуються, – звані *планетарними*.

Конструкція однорядної планетарної передачі в модульному варіанті може бути пристосована для різних типів планетарних редукторів.

Коробка передач – це механізм, виконаний в окремому корпусі. Вона служить для ступінчастої зміни передавального відношення, яке здійснюється шляхом перемикання зубчастих передач. За кількістю елементів керування, що включаються на кожному ступені зміни швидкості вихідної ланки, розрізняють коробки передач з одним, двома елементами і більше, що включаються на кожному ступені зміни швидкості.

Гідравлічні трансмісії. До гідравлічних відносять *гідродинамічні і гідрооб'ємні* трансмісії. Гідродинамічні трансмісії включають в себе гідромуфти або гідротрансформатори. Характерною особливістю цих передач є відсутність жорсткого зв'язку між провідними і відомими частинами передачі. Рух від провідної до веденим частинам передається за рахунок кінетичної енергії робочої рідини, що впливає на лопаті робочих коліс. Тому гідравлічні передачі служать в якості запобіжних пристроїв від динамічних перевантажень в приводах машин.

Гідроциліндр являє собою корпус (трубу) з ретельно обробленою внутрішньою поверхнею. Усередині гільзи переміщається поршень, який має гумові манжетні ущільнення, які запобігають перетіканню рідини з порожнини циліндра, розділених поршнем, і забезпечують знімання бруду. Швидкість переміщення штока циліндра залежить від напрямку подачі рідини.

Гідророзподільники слугують для перемикання і спрямування потоків робочої рідини, реверсування руху і фіксування гідродвигунів в певному положенні. Вони автоматично перемикають систему на холостий хід після закінчення робочого ходу. Гідророзподільники забезпечують управління декількома виконавчими гідродвигунами.

Якщо гідророзподільник складається з окремих секцій, то його називають секційним. В цьому випадку в кожній секції розташований один золотник.

Гідроклапани представляють собою різні запірні пристрої: кулькові, конічні, золотникові. Вибір запірного пристрою залежить від призначення клапана, величини прохідного потоку і тиску.

Гідророселі з постійним або регульованим гідравлічним опором слугують для регулювання витрати рідини в гідролінії. Крім зазначених елементів, об'ємні гідротрансмисії включають в себе кондиціонери робочої рідини, гідробаки, гідроакумулятори і гідролінії.

Гідробаки – ємності для зберігання, відстоювання й охолодження робочої рідини, що циркулює в гідропроводі. Гідробак сполучується з атмосферою через сапун, який представляє собою повітряний фільтр.

Гідроакумулятори – гідроємності, які слугують для акумулювання і повернення енергії робочої рідини, що знаходиться під тиском. Тиск в гідроакумуляторі створюється в результаті стиснення і розширення робочого газу або пружної деформації пружини. Гідроакумулятори накопичують енергію в періоди часткового недовантаження гідропроводу і віддають її в періоди інтенсивного навантаження гідродвигунів. Вони використовуються також для зменшення пульсації тиску в гідролінії, для заповнення витоків.

Кондиціонери слугують для підтримки чистоти робочої рідини і її температури в заданих межах. До них відносяться *очисники* (фільтри і сепаратори), *теплообмінники* та *радіатори*. У будівельних машинах застосовують дратові, сітчасті і паперові фільтри. Для поліпшення фільтрації робочих рідин замість фільтрів стали використовувати спеціальні центрифуги.

1.5 Ходове обладнання будівельних машин

Ходове обладнання будівельних машин складається з ходового пристрою – рушіїв, механізму пересування і опорних рам або осей. За типом застосовуваних рушіїв ходове обладнання ділять на *гусеничне, шиноколісне, рейкоколісне і крокуюче*.

У багатьох будівельних машин (землерийно-транспортних, багатоковшевих екскаваторів, пересувних кранів) ходове обладнання бере участь безпосередньо в робочому процесі, забезпечуючи при цьому додаткові тягові зусилля. Сучасні самохідні будівельні машини, мають масу до декількох тисяч тонн, призначені для пересування в різних дорожніх умовах, транспортні

швидкості у деяких шиноколісних і рейкоколісних машин досягають декількох десятків кілометрів на годину.

Тиск на ґрунт у різного типу будівельних машин змінюється від 0,03...0,05 до 0,5...0,7 МПа. Тягові зусилля на рушіях у більшості будівельних машин забезпечуються в межах 45...60 % від їх маси, перевищуючи у деяких в робочих режимах їхню загальну масу. Забезпечення машиною необхідних величин тиску на ґрунт, тягового зусилля і кліренсу (відстані від поверхні дороги до найнижчої точки ходового обладнання) характеризує її прохідність, тобто здатність пересуватися в різноманітних умовах експлуатації.

Для забезпечення різноманітних вимог експлуатації будівельних машин застосовують різне ходове обладнання.

Гусеничне ходове обладнання. Його широко застосовують як для будівельних машин малої потужності масою 1...2 т, так і для машин найбільшої потужності з масою в сотні і тисячі тонн. Воно забезпечує можливість сприймати значні навантаження за порівняно низького тиску на ґрунт, великі тягові зусилля і хорошу маневреність. Недоліками гусеничного ходу є значна маса (до 35 % від всієї машини), велика матеріаломісткість, недовговічність і висока вартість ремонтів, низькі ККД і швидкості руху, неможливість роботи і пересування на майданчиках і дорогах з удосконаленими покриттями.

Машини на гусеничному ході пересуваються своїм ходом, як правило, тільки в межах будівельних майданчиків, до яких їх доставляють автомобільним, залізничним або водним транспортом. Гусеничне ходове обладнання може бути дво- і багатогусеничним.

Шиноколісне (пневмоколісне) ходове обладнання виконується зазвичай двохосьовим з однією або двома провідними осями. Більш важкі машини виконуються тривісними з двома або всіма провідними осями, чотирьох і багатовісним. Основні переваги – можливість розвивати високі транспортні швидкості, що надає їм більшу мобільність, а також більшою довговічністю і ремонтпридатністю в порівнянні з гусеничним ходовим обладнанням.

Рейкоколісне ходове обладнання. Воно забезпечує низький опір пересуванню, сприйняття великих навантажень, простоту конструкції, достатню довговічність і надійність. Головними недоліками: мала маневреність, складність перебезування на нові ділянки робіт, додаткові витрати на влаштування та експлуатацію рейкових шляхів. Цей вид ходового обладнання застосовують для баштових і залізничних кранів, ланцюгових і роторно-стрілових екскаваторів.

Крокуюче ходове обладнання. Воно має кілька конструктивних рішень. Випускається як з механічним, так і гідравлічним приводом. Крокуючий хід забезпечує низький питомий тиск на ґрунт і високу маневреність, так як поворот машини замінений поворотом платформи. Основним недоліком крокуючого ходу є його малі швидкості пересування (до 0,5 км/ч). Цей вид ходового обладнання застосовують переважно на потужних екскаваторах-драглайнах.

ЛЕКЦІЯ 2 Транспортні, транспортувальні та навантажувально-розвантажувальні машини

2.1 Загальна характеристика транспортування будівельних вантажів

У будівництві для перевезення вантажів використовуються наземний, водний і повітряний види транспорту. Понад 90 % перевезень на об'єкти будівництва здійснюється наземним транспортом: автомобільним, залізничним і трубопровідним. Вибір типу транспортних засобів визначається характером і кількістю переміщуваних вантажів, дальністю перевезень і часом, відведеним на їхнє доставлення.

Автомобільний транспорт. Це найбільш мобільний і масовий вид транспорту. За його допомогою будівельні вантажі доставляються без перевантажень безпосередньо на будівельні об'єкти. На частку автомобільного транспорту, тракторів і колісних тягачів припадає понад 82 % перевезень ґрунту, будівельних матеріалів, довгомірних вантажів, будівельних конструкцій, технологічного устаткування і будівельних машин.

Розрізняють автомобільний транспорт *загального призначення* та *спеціалізований*. До транспортних засобів загального призначення відносяться вантажні автомобілі, причепи і напівпричепи з бортовими відкритими платформами, які не перекидаються, а також тягачі, використовувані для перевезення всіх видів вантажів, крім рідких, без тари. Автомобіль або сідельний тягач у зчепу з причепом або напівпричепом називають автопоїздом. Спеціалізованими транспортними засобами є вантажні автомобілі, причепи і напівпричепи, призначені для перевезення певного виду вантажу (труб, ферм, панелей, масових штучних вантажів в контейнерах тощо).

Залізничний транспорт. Залізничним транспортом здійснюють масові перевезення будівельних вантажів і устаткування у разі зосередженого будівництва великих об'єктів з відстанню перевезення не менше ніж 200 км. Цим транспортом виконують зовнішні, внутрішньокар'єрні, технологічні перевезення. Транспортування вантажів по залізницях здійснюється у вагонах загального призначення (напіввагонах, платформах, критих) і спеціального призначення (цистернах, вагонах-самоскидах). Вибір типу вагонів ведеться з урахуванням різних вимог: збереження вантажу, що перевозиться, механізації навантаження і вивантаження, необхідністю зважування тощо.

Водний транспорт. Цим транспортом будівельні вантажі переміщуються на річкових і морських суднах. Річкові судна використовуються на внутрішніх водних шляхах між річковими і морськими портами у разі зосередженого будівництва великих об'єктів в прибережних районах і мають спеціальні портові споруди, де вантажі перевантажуються на автомобільний і залізничний транспорт. Вантажні річкові судна в залежності від наявності силової установки бувають *самохідні і несамохідні*.

Повітряний транспорт (вантажні літаки, вертольоти і дирижаблі). Його застосовують під час будівництва в важкодоступних районах країни у разі

відсутності наземних і водних шляхів або у разі неможливості їхнього використання за кліматичними умовами.

Конвеєри та пневмотранспортні пристрої також відносяться до основних видів транспортують машин, що застосовуються в будівництві. Конвеєрами переміщують сипучі кускові матеріали, штучні вантажі, а також пластичні суміші бетонів і розчинів. У пневмотранспортних пристроях невеликий або порошкоподібний матеріал переміщається по трубах в підвішеному в потоці повітря стані або в спеціальних контейнерах з укладеним в них матеріалом.

2.2 Вантажні автомобілі, трактори, пневмоколісні тягачі

Вантажними автомобілями, тракторами, пневмоколісними тягачами і створеними на їхній основі причіпними і напівпричіпного транспортними засобами загального і спеціального призначення здійснюються основні перевезення будівельних вантажів у будівництві. Крім того, автомобілі, трактори і тягачі використовуються як тягові засоби причіпних і напівпричіпних будівельних машин, а також в якості бази для кранів, екскаваторів, бульдозерів, навантажувачів, бурильних установок, комунальних та інших машин.

Вантажні автомобілі. Основними частинами вантажного автомобіля масового виробництва є двигун, кузов і шасі. Шасі включає силову передачу (трансмісію), яка несе раму, на якій встановлено двигун, кабіна, передній і задні мости з пневмоколесами; пружна підвіска, що з'єднує мости з рамою, механізм управління та електрообладнання.

За конструкцією кузова розрізняють автомобілі *загального призначення* і *спеціалізовані*. Автомобілі загального призначення мають кузов у вигляді відкритої платформи, яка не перекидається, з відкидними бортами для перевезення будь-яких видів вантажів, спеціалізовані – для перевезення певного виду вантажу.

Крім того, вантажні автомобілі класифікуються за типом двигуна, прохідності, вантажопідйомності і іншим факторам. На вантажних автомобілях застосовують поршневі двигуни внутрішнього згорання, що працюють на бензині або газі, на важкому паливі (дизельне), газотурбінні. Дизельні двигуни отримали переважне поширення, газотурбінні застосовують на автомобілях дуже великої вантажопідйомності.

Автомобілі підвищеної та високої прохідності в залежності від типу рушія поділяються на колісні, колісно-гусеничні, на повітряній подушці і автомобілі-амфібії. Позашляхові автомобілі застосовують на будівництвах і розробках корисних копалин відкритим способом і використовуються на дорогах зі спеціальною основою.

Причепи та напівпричепи розподіляються на причепи, що буксируються автомобілем за допомогою дишла (одно-, дво- і багатоосні), причепи-розпуски для перевезення довгомірних вантажів, напівпричепи, що буксируються сідельними тягачами.

Тягачі виготовляють на базі шасі бортового автомобіля, але з укороченою базою. На рамі такого тягача зміцнюється опорна плита з сидельно-зчіпним пристроєм, який сприймає навантаження від напівпричепа і передає йому тягове зусилля, що розвивається двигуном автомобіля. За вантажопідйомності вантажні автомобілі розподіляються на автомобілі малої, середньої, великої та особливо великої (позашляхові автомобілі) вантажопідйомності.

Трактори гусеничні та колісні. Їх використовують для переміщення важких вантажів по ґрунтових і тимчасовим дорогах. Агрегатуються вони з бортовими і саморозвантажними причепами, а також з причіпними і навісними будівельними машинами (скреперами, бульдозерами, екскаваторами, кранами-трубоукладачами тощо).

Гусеничні трактори мають малим навантаженням на ґрунт і великою силою тяги. Тому вони мають більш високу прохідність, ніж колісні. Максимальна швидкість їхнього переміщення становить 12 км/год. Колісні трактори більш маневрені, мають велику транспортну швидкість – 40 км/год. Тиск на ґрунт колісних машин 0,2...0,35 МПа, гусеничних – 0,1 МПа.

Трактор складається з рами, силової передачі, гусеничного або колісного рушія і управління. Крім того, всі трактори комплектуються гідравлічною системою для приводу навісного або причіпного робочого устаткування. Силкові передачі тракторів виконуються *механічними, гідромеханічними і електричними*. У силових передачах гусеничних і колісних тракторів, одно- і двовісних тягачів, спеціальних шасі одноківшових навантажувачів, самохідних кранів автомобільного типу широко застосовують гідродинамічні передачі. У таких передачах замість муфти зчеплення встановлюють гідравлічний трансформатор, а жорсткий кінематичний зв'язок між двигуном і провідними колесами (зірочками гусениць) замінюють рідинною. Такі силові передачі називаються *гідромеханічними*.

Пневмоколісні тягачі. Такі одно- і двовісні тягачі призначені як базові машини для роботи з різного роду причіпним (одновісним) і навісним і причіпним (двовісним) робочим обладнанням будівельних машин. Пневмоколісні тягачі мають високі тягові характеристики, транспортними (до 50 км/год і більше) швидкостями, великим діапазоном робочих швидкостей, гарну маневреність, що сприяє досягненню високої продуктивності будівельних машин, що створюються на їхній базі.

Одноосьовий тягач складається з шасі, на якому встановлені двигун, силова передача, два провідних колеса, кабіна і опорно-зчіпний пристрій. Опорно-зчіпний пристрій виконаний у вигляді стояка, який може гойдатися навколо поздовжньої горизонтальної осі, закріпленої в рамі тягача, що дозволяє напівпричепу перекошуватися щодо тягача в вертикальній площині. З'єднується напівпричіп з тягачем вертикальним шкворнем.

Двовісні тягачі складаються з двох напіврам, шарнірно зчленованих між собою. Поворот напіврам, так само як і одноосьового тягача, здійснюється за допомогою двох гідроциліндрів двосторонньої дії. Тягачі мають один або два ведучих моста, одну або дві рухові установки. Силова передача до ведучих коліс аналогічна розглянутої вище.

2.3 Спеціалізовані транспортні засоби

Спеціалізовані транспортні засоби застосовують відповідно до їхнього призначення і видом вантажу: для перевезення ґрунту, сипучих вантажів, бетонів і розчинів, бітуму, палива (автомобілі-самоскиди, керамзитовози, автобетонозмішувачі, авторозчиновози, автобітумовози, паливовози), порошкоподібних вантажів (автоцементовози, вапновози), будівельних конструкцій (панелевози, фермовози, плитовози, сантехкабіновози), довгомірних вантажів (трубовози), будівельних вантажів в контейнерах (контейнеровози), технологічного обладнання та будівельних машин (ваговози).

Спеціалізовані транспортні засоби представляють собою причепи та напівпричепи до базових автомобілів і сідельних тягачів середньої і великої вантажопідйомності з дозволеним навантаженням на одиночну вісь 60 і 100 кН (автомобілі та тягачі з колісною формулою 6×2 і 6×4). Конструкція таких транспортних засобів враховує особливості перевезення і фізичні властивості вантажів, збереження якості вантажів, комплексну механізацію навантаження і вивантаження. Головним параметром спеціалізованих транспортних засобів прийнята повна маса транспортного засобу з вантажем.

Автомобілі-самоскиди та автопоїзда. Розрізняють автомобілі-самоскиди загального призначення і спеціальні кар'єрні самоскиди. Автомобілі-самоскиди загального призначення виготовляють на базі серійних вантажних автомобілів (іноді з укороченою базою).

Їх використовують для перевезення ґрунту з котлованів, нерудних будівельних матеріалів від кар'єрів, причалів і залізничних станцій на підприємства будівельної індустрії і на споруджувані дороги. Крім того, автомобілі-самоскиди використовують для перевезення асфальтової маси, будівельного сміття та інших навалювальних вантажів. Завантаження автомобілів-самоскидів проводиться зазвичай екскаватором, навантажувачем або з бункера.

Кузов самоскидів прямокутної, трапецієподібної або ночноподібної форми виконується перекидним з кутом нахилу до 60°. Розрізняють самоскиди із заднім розвантаженням, тобто перекиданням тільки назад, з бічним розвантаженням на одну або обидві сторони і з тристороннім розвантаженням. Вантажопідйомність самоскидів, які випускаються серійно, складає 10...12 т за повної маси автомобіля з вантажем 19...23 т. Вантажопідйомність спеціальних кар'єрних самоскидів досягає 300 т, так як вони призначені для роботи поза дорогами загальної дорожньої мережі та їхні осьові навантаження можуть перевищувати діючі вагові обмеження.

Під час перевезення масових вантажів застосовують автопоїзда. Використання автопоїздів замість одиночних автомобілів-самоскидів дозволяє підвищити виробіток на середньоспискову машину, знизити витрату палива, зменшити кількість водіїв. Автопоїзда створюють на базі автомобілів-самоскидів і уніфікованих автомобільних причепів-самоскидів і напівпричепів-самоскидів до сідельних тягачів, що має спільні конструктивні ознаки.

Конвеєри. У будівництві використовують пересувні і стаціонарні стрічкові конвеєри, що переміщують вантажі на порівняно невеликій відстані.

Пересувні стрічкові конвеєри виготовляють довжиною 5, 10 і 15 м. Вони обладнуються колесами для переміщення вручну або в причепі до тягача. Стационарні стрічкові конвеєри для зручності монтажу складають з окремих секцій довжиною 2...3 м і загальною довжиною 40...80 м. Стрічкові конвеєри широко використовуються як транспортувальні органи в конструкціях траншейних і роторних екскаваторів, бетоноукладачів і інших машин, де їхні параметри визначаються параметрами основної машини.

Основним транспортувальним і тяговим органом стрічкового конвеєра є нескінченна прогумована стрічка, що обгинає два барабана – приводний і натяжний. Завантаження матеріалу, що транспортується на стрічку, проводиться через спеціальну воронку. Знімання матеріалу може проводитися через приводний барабан або в проміжних пунктах за допомогою спеціальних скидальних пристроїв.

Для транспортування будівельних матеріалів застосовують тканинні прогумовані стрічки, що складаються з декількох шарів (прокладок) тканини (бельтинга). Ширина й кількість прокладок стрічки стандартизовані. Ширина стрічки стрічкових конвеєрів залежить від продуктивності та її швидкості. У серійному виробництві конвеєрів вона становить 0,4...1,6 м. Швидкості конвеєрів, використовуваних для транспортування найбільш поширених будівельних матеріалів, знаходяться в межах 0,8...2,5 м/с.

Конвеєри спеціального призначення, що є транспортним органом багатоковшевих екскаваторів, землерийних комплексів та інших машин, мають ширину стрічки до 3,2 м за швидкості 8 м/с.

Під час транспортування на далекі відстані застосовують також конвеєри з роздільним тяговим і несучим органами. Як тяговий орган використовують сталеві канати або ланцюги, а несучий – полегшену прогумовану стрічку спеціальної форми, що спирається на тяговий канат або тяговий ланцюг.

Пластинчасті конвеєри. У разі транспортування матеріалів з гострими крайками, наприклад для подавання грубогрудкового каменю в дробарки, застосовують пластинчасті конвеєри, у яких тяговим органом є два нескінчених ланцюга, що огинають приводні і натяжні зірочки.

До тягових ланцюгів прикріплюють металеві пластини, що перекривають один одного і виключають розсип матеріалу між ними. Пластинчасті конвеєри застосовують також для переміщення гарячих матеріалів, деталей і виробів на заводах будівельних конструкцій.

Скребкові конвеєри. Різновидом конвеєрів з ланцюговим тяговим органом є скребкові конвеєри. Вони відрізняються від пластинчастих тим, що на тягових ланцюгах закріплені скребки, а нижня робоча гілка занурена у відкритий нерухомий жолоб і при своєму русі переміщує матеріал.

Ковшові конвеєри. Такі конвеєри переміщують матеріал в ківшах у вертикальному або похилому (під великим кутом) напрямках на висоту до 50 м. Ковшовий конвеєр являє собою замкнутий тяговий орган у вигляді стрічки або двох ланцюгів, що обгинає приводний і натяжний барабани (за ланцюгового органу – зірочки), на якому закріплені ковші з кроком Т.

Робочий орган разом з ковшами розміщений в металевому кожусі. Завантаження матеріалу здійснюється через завантажувальний, а розвантаження – через розвантажувальний башмаки. Розрізняють швидкохідні зі швидкістю 1,25...2,0 м/с конвеєри для транспортування порошкоподібних і дрібнокускових матеріалів і тихохідні зі швидкістю 0,4...1,0 м/с для транспортування грубогрудкових матеріалів. Залежно від виду матеріалу, що транспортується, застосовують дрібні і глибокі напівкруглі ковші, монтовані на тяговому органі з кроком 300...600 мм, і гострокутні ковші, що розташовуються впритул один до одного.

Заповнення ковшів швидкохідних конвеєрів відбувається у разі проходження ними завантажувального черевика черпанням, а в тихохідних – шляхом засипання матеріалу в ківш. Розвантаження ковшів швидкохідних конвеєрів здійснюється у разі обгинання ними приводного барабана під дією відцентрових сил, а у тихохідних – під дією сили тяжіння (гравітаційне розвантаження).

Гвинтові конвеєри. Гвинтові конвеєри застосовуються для горизонтального або похилого (під кутом до 20°) транспортування сипучих, кускових і тістоподібних матеріалів на відстань до 30...40 м і мають продуктивність 20...40 м³/год. Конвеєр являє собою жолоб напівкруглої форми, всередині якого в підшипниках обертається гвинт.

Вібраційні конвеєри. Вібраційні конвеєри засновані на принципі значного зниження сил внутрішнього тертя між частинками сипучих матеріалів і в'язких сумішей, а також зовнішнього тертя об огорожувальні поверхні у разі повідомлення матеріалу коливань з певною частотою і амплітудою. Коливання матеріалу повідомляються через жорсткий орган у вигляді труби або жолоба. Матеріали можна переміщати під ухил, по горизонталі, а також під кутом вгору. У будівництві вібраційні конвеєри використовуються для транспортування матеріалів рівномірним потоком на невеликі відстані (у разі дозування інертних матеріалів або завантаження конвеєрів).

Віброжолоби. У разі подавання бетонної суміші до місця укладання її в спорудження застосовують віброжолоби. Корпус вібраційного жолоба за допомогою підвіски приєднаний до несучої конструкції. Коливання корпусу повідомляються укріпленням на ньому вібратором.

2.4 Устаткування для пневматичного транспортування матеріалу

Пневмотранспортними установками переміщують сипучі матеріали по трубах за допомогою стиснутого або розрідженого повітря. Застосування пневмотранспортних установок для навантаження, розвантаження і переміщення таких будівельних матеріалів, як цемент, пісок, вапно, тирса, дозволяє значно підвищити продуктивність праці, ліквідувати запилювання і забруднення матеріалів в дорозі, повністю механізувати процес завантаження і вивантаження, створити умови для автоматизації транспортних процесів.

Недоліками пневматичного транспорту є велика питома витрата повітря і висока енергоємність процесу (1...5 кВт·год/т), а також підвищене зношення елементів обладнання під час транспортування абразивних матеріалів.

За принципом роботи пневмотранспортні установки розподіляються на установки *всмоктувальної й нагнітальної дії*.

Установки всмоктувальної дії. У таких установках завантаження й транспортування матеріалу виконується в результаті розрідження повітря в транспортному трубопроводі, створюваного вакуум-насосом. Матеріал в транспортний трубопровід надходить через сопла. При цьому можливі завантаження матеріалу з кількох місць і транспортування його в одне місце.

Установки нагнітальної дії. У таких установках переміщення матеріалу відбувається під дією надлишкового тиску, створюваного компресором. Матеріал з бункера подається в завантажувач, звідки він через затвор під тиском стисненого повітря по транспортному трубопроводу надходить в осаджувальну камеру і через шлюзовий затвор в бункер. Повітря, пройшовши фільтри, викидається в атмосферу. Для стиснення і нагнітання повітря застосовуються компресори з тиском до 0,8 МПа і продуктивністю повітря до 100 м³/хв. Засмоктуване компресором з атмосфери повітря через повітряозабірник очищається від пилу і далі надходить в збиральники повітря, які призначені для певного запасу стисненого повітря і рівномірного переміщення матеріалу по трубах.

В установках нагнітальної дії найбільше застосування отримали завантажувачі, виконані у вигляді пневмогвинтового насоса.

Пневматичні розвантажувачі. Пневморозвантажувачі призначені для розвантаження з вагонів і транспортування в ємності порошкоподібних матеріалів. Їх випускають всмоктувальної і всмоктувально-нагнітальної дії. Принцип дії цих розвантажувачів однаковий і заснований на забиранні і транспортуванні матеріалу під дією вакууму, що створюється і підтримується в системі вакуум-насоса.

Принципова відмінність між ними полягає в способах транспортування матеріалу від змішувальної камери в силоси: в розвантажувачах всмоктувального типу використовуються механічні насоси; в розвантажувачах всмоктувально-нагнітальної дії застосовано пневматичну транспортування.

Транспортний трубопровід вводиться в ємність по дотичній, внаслідок чого частинки цементу притискаються до стінок ємності, втрачають швидкість і опускаються в нижню її частину, де розташований затвор для випуску матеріалу. Подальше переміщення цементу в силоси здійснюється механічними (шнековими) насосами. Дальність подавання не перевищує 12 м.

Після звільнення від цементу повітря проходить додаткове очищення у фільтрах, розташованих у верхній частині осаджувальної камери, після чого воно надходить до вакуум-насоса і далі викидається в атмосферу. Очищення фільтрів від цементного пилу проводиться зворотним потоком атмосферного повітря або за допомогою струшувального механізму. Продуктивність розвантажувачів 20...50 м³/год за дальності транспортування матеріалу до 50 м.

Автоцементовози. Їх застосовують для доставлення цементу з цементних заводів та елеваторів на будівництва і підприємства будівельної індустрії. Автоцементовоз є цистерною-напівпричепом до автомобільного тягача, встановлену під кутом 6...8° в бік розвантаження і оснащену системою

завантаження і вивантаження цементу. Усередині цистерна обладнана аеролотком, що представляє собою жолоби, на які натягнута пориста тканина. Завантаження здійснюється через люк і самостійно. Принцип самозавантаження заснований на дії установки усмоктувального типу.

Устаткування для завантаження складається із забірної сопла з гнучким шлангом, розподільної труби, вакуум-насоса і фільтрів.

Вакуум-насос приводиться в дію від двигуна автомобіля і може працювати в режимі насоса у разі завантаження і в режимі компресора у разі розвантаження. Повітря очищається від цементу в фільтрах.

У цистерні встановлені сигналізатор рівня цементу і манометр. Повітряна система забезпечена зворотними і запобіжним клапанами. Під час розвантаження через аеролоток в цистерну від насоса-компресора подається стиснене повітря. У разі досягнення робочого тиску 0,15...0,20 МПа відкривається розвантажувальний кран, до кульової головки якого приєднується шланг. Насичений повітрям цемент набуває рухливість і подається в склади зберігання на висоту до 25 м. Продуктивність автоцементовозів 3, 5, 8, 13 і 22 т/год.

2.5 Навантажувально-розвантажувальні машини

Вантажно-розвантажувальні машини в будівництві застосовують для навантаження штучних і сипучих вантажів, розвантаження їх з транспортних засобів, а також для переміщення і складування в межах будівельного майданчика. Вони являють собою переважно самохідні колісні або гусеничні підіймально-транспортні машини.

За принципом виконання робочих операцій вантажно-розвантажувальні машини розподіляють на машини *циклічної* та *безперервної дії*. Перші є універсальними і можуть застосовуватися в різних умовах завдяки наявності багатьох видів робочого устаткування; другі застосовують на об'єктах з великим обсягом робіт з навантаження, переміщення і розвантаження сипучих будівельних матеріалів, а також де робочий процес повинен бути безперервним.

Залежно від призначення вантажно-розвантажувальні машини розподіляють на навантажувачі для штучних вантажів – автонавантажувачі і для сипучих вантажів – одно- і багатоковшеві навантажувачі. Для розвантаження матеріалів із залізничного рухомого складу використовують розвантажувачі вузькоспеціального призначення різних конструкцій, наприклад, зі скребковим, бурофрезерним та поглинальним робочими органами.

Автонавантажувачі. Основним видом робочого устаткування автонавантажувачів є вилкове захоплення, яке підводять під вантаж або штабель з окремих дрібних вантажів, встановлене на підставках. За допомогою навантажувачів перевантажують і транспортують штучні залізобетонні вироби, піддони з цеглою, обладнання, довгомірні пиломатеріали, профільний метал.

Вилкові автонавантажувачі виготовляють на базі автомобільних вузлів (мостів, коробок передач, рульового керування, гальмівних пристроїв) з двигунами внутрішнього згорання або з електродвигунами, які працюють від акумулятора. Всі агрегати монтуються на ходовій рамі, яка спирається на

передній і задній мости навантажувача. На відміну від звичайного автомобіля у навантажувачів двигун і керовані колеса розташовуються позаду, а ведучий міст зі здвоєними пневмоколесами – спереду. Це обумовлено тим, що передня частина навантажувача сприймає навантаження від робочого устаткування і вантажу. Ходове обладнання навантажувачів пристосоване для роботи на майданчиках з твердим покриттям. Заднє розташування керованих коліс створює навантажувачу хорошу маневреність.

Вилкові навантажувачі випускаються вантажопідйомністю 3...5 т з висотою підймання вантажу до 6 м і швидкістю переміщення з вантажем до 20 і без вантажу до 40 км/год. Автонавантажувачі обладнуються різними знімними видами робочого обладнання – грейфером (охопленням) для колод, ковшем для сипучих вантажів, крановою стрілою і іншими пристосуваннями, що розширюють область їх застосування. Так, для роботи з довгомірними вантажами, з якими звичайний навантажувач не пристосований працювати, застосовують автонавантажувачі з бічним розташуванням вантажопідйомника. Вантажопідйомник повертається щодо поздовжньої осі, а довгомірний вантаж вилковим захватом укладається на бічні кронштейни уздовж машини і в такому положенні транспортується в вузьких проходах складів.

Багатоковшеві навантажувачі. Вони відносяться до машин безперервної дії. Їх застосовують для навантаження в транспортні засоби сипких і дрібнокускових матеріалів (піску, гравію, щебеню, шлаку, сколотого льоду і снігу), а також для засипання траншей ґрунтом. Багатоковшеві навантажувачі монтують на самохідному гусеничному або пневмоколісному шасі, в конструкції якого використовуються деталі і вузли тракторів і автомобілів.

За конструкцією робочого органу розрізняють навантажувачі шнекоковшові, роторні, дискові і з підгортальними лапами. Шнекоковшовий робочий орган має шнековий живильник і ковшовий елеватор для подавання матеріалу на стрічковий конвеєр. Роторні навантажувачі розробляють матеріал кульовими або ковшовими фрезами. В дискових навантажувачах матеріал подається двома дисками, що обертаються в зустрічному напрямку. Підгортальні лапи подають матеріал на конвеєр завдяки спеціальній кінематиці руху.

Головним параметром багатоковшевих навантажувачів є продуктивність. Їх випускають продуктивністю 40, 80, 160, 250 м³/год з висотою навантаження 2,4...4,2 м. Багатоковшевий навантажувач з шнекоковшовим органом складається з наступних основних вузлів: пневмоколісного шасі з обома провідними осями, похилого ковшового конвеєра з гвинтовим (шнековим) живильником, стрічкового поворотного в плані і у вертикальній площині конвеєра. Для кращого подавання матеріалу до живильника на рамі ковшового конвеєра встановлений відвал.

Ковшовий конвеєр встановлюється в робоче і транспортне положення за допомогою двох гідроциліндрів. Під час поступального руху навантажувача матеріал гвинтовим живильником подається в ковшовий конвеєр, що безперервно обертається, і далі через приймальний пристрій і стрічковий конвеєр в транспорт.

ЛЕКЦІЯ 3 МАШИНИ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ, СОРТУВАННЯ І МИТТЯ КАМ'ЯНИХ МАТЕРІАЛІВ

3.1 Машини для дроблення кам'яних матеріалів

У будівництві щорічно споживається велика кількість кам'яних матеріалів: щебеню, гравію і піску. Велика частина цих матеріалів використовується для приготування бетону. Видобуток піску і гравію проводиться в природних відкладеннях механічним або гідравлічним способом, а щебеню – з природного каменю шляхом дроблення висаджених скельних порід. Видобувні кам'яні матеріали переробляються на каменедробильних, використовуючи різні схеми дроблення, і промивально-сортувальних заводах, а потім у вигляді готового продукту стандартної якості доставляються споживачеві.

Якість щебеню характеризується зерновим складом, формою зерен, механічною міцністю і вмістом шкідливих домішок. Залежно від крупності зерен щебінь поділяють на фракції 5...10; 10...20; 20...40 і 40...70 мм. Для масивних бетонних споруд верхня межа крупності може досягати 120...150 мм. За формою зерен їх класифікують на лещадні, у яких ширина в три рази і більше менше довжини, і кубоподібні. Діючі стандарти не допускають утримання в щебені і гравії зерен лещадної форми більше ніж 15 %. Щебінь з гравію отримують дробленням гравію і валунів. Вимоги до щебеню, отриманого з гравію, в основному такі ж, як до щебеню, отриманого з підірваних кам'яних порід. Механічна міцність щебеню визначається міцністю гірських порід, з яких він отриманий. Розрізняють породи малої міцності – 30...80 МПа, середньої – 80...150 і високої – понад 150 МПа.

Залежно від ступеня подрібнення матеріалів дробильні машини розподіляють на *дробарки* і *млини*. Деякі машини можуть працювати як дробарки і як млини (наприклад, валкові дробарки, бігуни). За принципом дії і конструктивними ознаками дробарки розподіляють на щоківі, конусні, валкові, молоткові і роторні дробарки; млини – на барабанні, кульові, бігунцеві і вібраційні. Різні типи дробарок дозволяють отримати певну, властиву даної конструкції, ступінь дроблення: щоківі – 2...8; валкові – 1,5...10; конусні – 3...8; молоткові – 5...30; млини – 10...20.

Вибір типу дробильного обладнання здійснюють в залежності від максимальної крупності шматків вихідного матеріалу, його міцності, необхідного ступеня дроблення і необхідної продуктивності.

Дроблення матеріалів ведуть в одну або кілька стадій. Переважне поширення набуло стадійне дроблення, під час якого матеріал подрібнюють в 2...3 прийоми на дробарках різних типів. Вже на кожній стадії дроблення отримують матеріал з необхідними розмірами шматків. Такі шматки відсіваються на грохоті, встановленому перед дробарками різних стадій. Дробарки останніх стадій працюють, як правило, в замкнутому циклі з віброгрохотом, при цьому матеріал крупніше заданого розміру повертається в ту ж дробарку для повторного дроблення.

Під час одностадійного дроблення одержувані дрібні зерна заповнюють проміжки між великими і захищають їх від безпосереднього впливу органів

машини, які дроблять, що супроводжується додатковим подрібненням матеріалу і витратою енергії. Основними показниками роботи дробарок є: максимальна крупність дроблення, ступінь подрібнення, питома витрата енергії (кВт-год/м³), продуктивність (м³/год або т/год).

Щоківі дробарки. Їх застосовують для великого і середнього дроблення міцних і середньої міцності порід на первинній та вторинній стадіях дроблення. За характером руху рухомої щоки щоківі дробарки розподіляють на дробарки з *простим і складним хитанням щоки*.

Дробарка з простим хитанням щоки складається зі зварного корпусу, в якому в підшипниках встановлений ексцентриковий вал з підвішеним до нього шатуном. Нижній кінець шатуна має спеціальні гнізда, в яких вільно вставлені кінці розпірних плит. Протилежний кінець розпірної плити вставлений в гніздо рухомої щоки, підвішеною на осі. Кінець плити впирається в клиновий упор регульовального пристрою. Тяга і пружина забезпечують зворотний рух рухомої щоки і утримують від випадання розпірні плити.

До нерухомої і рухомої щокам кріпляться дробильні плити з вертикальним рифленням, які є основними робочими органами щоківих дробарок. Робочі поверхні дробильних плит і бічні стінки корпусу дробарки утворюють камеру дроблення.

Ширина розвантажувальної щілини становить 40...120 мм для дробарок середнього дроблення і 100...250 мм для великого дроблення. Під час обертання ексцентрикового вала рухома щока проводиться в коливальний, подібно до маятника, рух. За один оберт ексцентрикового вала рухома щока, наближаючись до нерухомої, здійснює робочий хід (дроблення) і холостий хід, під час якого продукт дроблення випадає через розвантажувальну щілину.

Для щоківих дробарок з простим хитанням щоки найхарактерніших видом руйнування матеріалу є розчавлювання, розколювання і злам. Тому їх застосовують для великого і середнього дроблення високоміцних порід на первинній стадії дроблення. Дробарка зі складним хитанням щоки по конструкції простіше, ніж з простим хитанням, і має меншу масу. У ній відсутній шатун, а рухома щока підвішена безпосередньо до ексцентрикового вала, в результаті чого точки рухомої щоки рухаються по еліптичних траєкторіях з мінімальною різницею осей еліпса вгорі і максимальної внизу.

Дроблення матеріалу відбувається в результаті роздавлювання, розколювання, зламу і стирання матеріалу.

Дробарки зі складним хитанням щоки застосовують для середнього і дрібного дроблення порід середньої міцності. Складний рух рухомої щоки призводить до більш інтенсивного зносу дробильних плит і більш частої їхньої заміни. Недоліками щоківих дробарок є циклічний характер їхньої роботи і висока енергоємність процесу руйнування. Питома потужність [кВт/(м³/год)] за мінімальної ширини розвантажувальної щілини досягає у дробарок з простим хитанням – 1,2...4,6 і зі складним хитанням щоки – 0,9...4,6.

Конусні дробарки застосовують для дроблення порід з міцністю $\sigma_{ст}$ до 300 МПа з високим ступенем абразивності. У таких дробарках матеріал

роздавлюється в камері дроблення робочим конусом, який вчиняє просторове хитання всередині нерухомого конуса.

Процес дроблення в конусних дробарках, на відміну від шокових, відбувається безперервно за послідовного переміщення зони дроблення по колу конусів, що сприяє більш рівномірному навантаженню механізму і двигуна дробарки. Розмір найбільших шматків, які можуть бути завантажені в дробарку, визначається радіальної шириною завантажувального отвору. Характеристика крупності дроблення і продуктивність дробарки залежать від радіальної ширини розвантажувального отвору.

Розрізняють конусні дробарки для крупного, середнього і дрібного дроблення. Вони відрізняються між собою способом установалення і кутами конусності дробильних конусів.

У конусних дробарках для великого дроблення подрібнення матеріалу проводиться в кільцевому робочому просторі, утвореному двома конусами: нерухомим і рухомим-дробильним.

Максимальна крупність шматків, завантажених в дробарку за $B = 900, 1200$ і 1500 мм, становить відповідно $750, 1000$ і 1200 мм, а ширина розвантажувальної щілини – $125...225$ мм.

Конусні дробарки для середнього і дрібного дроблення значно відрізняються від дробарок для великого дроблення насамперед обрисом профілю робочого простору. Рухомий дробильний конус має кут при вершині $80...100^\circ$ («пологий конус»), у дробарок великого дроблення цей кут складає $20...30^\circ$ («крутий конус»).

Дробарки для середнього і дрібного дроблення більш швидкохідні. Число хитань дробильного конуса в хвилину – $215...350$, у конусних дробарок крупного дроблення – всього $80...170$.

Перевагами конусних дробарок є безперервність їхньої роботи і відсутність холостого ходу. Енергоємність дроблення залежить від міцності продукту дроблення і ступеня дроблення. Під час дроблення вапняків міцністю $60...80$ МПа в дробарках великого дроблення і розмірі вихідних шматків $300...1500$ мм за ширини вихідної щілини $50...200$ мм енергоємність дроблення становить $0,27...0,75$ кВт·год/т.

Валкові дробарки. Робочими органами валкової дробарки є два паралельних циліндричних валка, що обертаються назустріч один одному.

Потрапляючий в робочу зону шматок матеріалу захоплюється тертям об поверхню валків і зтягується в робочий простір, де піддається дробленню в результаті розколювання, зламу і стирання. Поверхні валків виготовляють гладкими і рифленими. Валки монтується на станині в підшипниках. Підшипники одного або двох валків мають пружинні опори, які можуть переміщатися в направляючих у разі попадання в дробарку неподібненого предмета. Обертання валка повідомляється від електродвигуна через клиноремінну передачу з частотою $75...190$ хв⁻¹.

Найбільший розмір шматка матеріалу, що завантажується в дробарку, залежить від кута захоплення, що визначається діаметром валків і коефіцієнтом тертя об металеву поверхню валків. Для можливості захоплення гладкими

валками вихідного продукту в зоні дроблення необхідно, щоб кут захоплення валків не перевищував кут тертя матеріалу об поверхню валків. Максимальний розмір шматків залежить від діаметра валків і розміру розвантажувальної щілини. Для виконання цих умов діаметр гладкого валка в 20 разів повинен перевищувати обсяг каменю, а у разі рифлених поверхонь валків – в 12 разів. Тому валкові дробарки застосовують тільки для вторинного дроблення порід середньої і малої міцності, а також для подрібнення в'язких і вологих матеріалів. Ступінь подрібнення – 4...12. Типорозмір дробарки характеризують діаметром і довжиною валків.

Роторні та молоткові дробарки. Роторні дробарки застосовують для подрібнення вапняку, доломіту, руд, мармуру та інших подібних до них матеріалів, що володіють малою абразивністю. Їх випускають двох типів: для великого дроблення, які використовують на первинній стадії дроблення; для середнього і дрібного дроблення, використовувани на заключних стадіях дроблення. Робота таких дробарок заснована на принципі руйнування порід ударними навантаженнями. Роторні дробарки забезпечують отримання щебеню високої якості, переважно кубоподібної форми, з одночасним збагаченням продукту дроблення, так як більш слабкі складові порід зазнають значного подрібнення і відсіювання від основних фракцій.

Роторна дробарка представляє собою коробчастий корпус, в якому розміщений ротор, що обертається з великою швидкістю, з жорстко закріпленими на його зовнішній поверхні білами.

Дроблення матеріалу здійснюється в результаті удару по ньому бил і удару шматків по відбивним плитам, чим досягається висока (10...20) ступінь дроблення. У порівнянні з іншими типами дробарок роторні дробарки мають меншу металоємність, невеликі габарити, що в поєднанні з високим ступенем дроблення зумовило застосування їх в пересувних дробильних установках. Розмір найбільшого шматка, що завантажується в дробарки крупного дроблення, 800...1000 мм, середнього – 400...600 мм за окружної швидкості 20...35 м/с.

Для дроблення порід середньої міцності, а також м'яких матеріалів, таких, як шлак, гіпс, крейда, глини, застосовують молоткові дробарки.

Молоткова дробарка складається зі зварного корпусу, в якому встановлені ротор, відбійна плита, поворотна і висувна колосникові решітки. Ротор складається з одного або декількох дисків, закріплених на загальному приводному валу. Дроблення матеріалу здійснюється під дією удару по ньому молотків масою 15...20 кг, шарнірно закріплених до дисків ротора, і зіткнення шматків з плитами і колосниковими ґратами. Положення колосникових решіток і відбійною плити – регульоване. Робочий зазор між внутрішньою поверхнею колосникових ґрат і ротором вибирають залежно від крупності продукту дроблення.

У разі великого дроблення зазвичай він в півтора-два рази більше діаметра максимальних шматків продукту дроблення, а за дрібного – в три-п'ять разів. Розмір найбільшого шматка матеріалу, що завантажується в молоткові дробарки, – 75...600 мм за окружної швидкості молотків 60 м/с.

Під час обертання ротора молотки під дією відцентрових сил займають напрямок по лінії, що з'єднує вісь обертання ротора з віссю обертання молотка. Під час удару молотки повертаються навколо своєї осі в напрямку, протилежному обертанню ротора. Недоліком молоткових дробарок є швидкий знос молотків і колосникових решіток. Вони також не можуть бути рекомендовані для подрібнення занадто вузьких (глинистих) вологих матеріалів, які забивають колосникові грати.

3.2 Машини для сортування кам'яних матеріалів

Процес поділу маси або суміші зерен природного походження на класи по крупності називається грохоченням, або сортуванням. Грохочення здійснюють механічним, гідравлічним, повітряним і магнітним способами. Найбільш поширений механічний спосіб, за якого подрібнену масу поділяють шляхом просіювання на грохотах. Основною частиною грохоту є просіювальна поверхня. Вона виконується у вигляді сита з плетеної або зварної сітки, а також решета, штампованого з листової сталі або литого з гуми. Сита і решета повинні бути зносостійкими, зберігати в процесі роботи незмінним розмір отворів, мати велику площу отворів.

Розрізняють грохочення попереднє, проміжне, товарне (остаточне). Попереднє грохочення застосовують для грубого сортування на великі і дрібні шматки перед дробарками первинного дроблення. У разі проміжного грохочення з дробленого матеріалу відокремлюються більші шматки для направлення в дробарки наступних стадій дроблення. За остаточного грохочення матеріал поділяють на фракції відповідно до вимог стандарту. На грохотах можна встановлювати до трьох сит. Сита розташовують в одній площині (просіювання від дрібного до великого) або ярусами (просіювання від великого до дрібного).

Під час грохочення від дрібного до великого грохот має конструкцію просту, зручну для огляду і ремонту сит. Недоліками такої схеми є велика довжина грохоту, інтенсивне зношення першого сита, низька якість просіювання, так як дрібні частинки захоплюються більшими. Під час грохочення від великого до дрібного досягаються висока якість сортування, більш рівномірне зношення сит, проте погіршується можливість спостереження за роботою грохоту. Комбінована схема в порівнянні з іншими займає проміжне положення і є найбільш поширеною.

Під час переміщення по поверхні сит, що просіюють, матеріал розподіляється по крупності. Зерна матеріалу, що перевищують розмір отворів сит, сходять з поверхні просіювання, утворюючи верхній клас.

За виконанням і типом приводу грохоти ділять на нерухомі колосникові, барабанні обертові, ексцентрикові і інерційні віброгрохоти.

Нерухомі грохоти. Такі грохоти представляють собою колосникові решітки зі зносостійкої сталі з високим ударним опором. Їх застосовують для попереднього просіювання.

Барабанні грохоти. Вони мають похилий, під кутом $5...7^\circ$, обертовий барабан, що складається з секцій з різними розмірами отворів. Завантаження здійснюється в секцію з меншими розмірами отворів. У трисекційному барабані отримують чотири фракції щебеню. Діаметри барабанів таких грохотів $600...1000$ мм за довжини $3,0...3,5$ м. Частота обертання грохоту залежить від його діаметра і становить $15...20$ хв⁻¹. У разі більшої частоти просіювання припиняється. Їхня продуктивність – $10...45$ м³/год за потужності двигуна $1,7...4,5$ кВт. У зв'язку з низькою якістю просіювання і великою витратою енергії барабанні грохоти мають обмежене застосування.

Ексцентрикові грохоти. Грохот складається з похилого під кутом $15...25^\circ$ короба з ситами; шарнірно підвішеного до шийок приводного ексцентрикового вала з дебалансами, що спирається на пружини. Обертання валу передається від електродвигуна через клиноремінну передачу.

За такої підвіски короба матеріал на його поверхні, що просіює, отримує кругові коливання з постійною амплітудою, що дорівнює подвійному ексцентриситету вала, за будь-якого навантаження. Ексцентрикові грохоти виготовляють з двома ситами розміром $1\ 500 \times 3\ 750$ мм і амплітудою коливань $3...4,5$ мм і частотою коливань $800...1\ 400$ на хвилину.

Інерційні віброгрохоти. Вони розподіляються на інерційні похилі (кут нахилу сит $10...25^\circ$) і інерційні горизонтальні.

Інерційний похилий віброгрохот має приводний механізм, яким є вал з дебалансами, опертий на два підшипника, корпуси яких укріплені в стінках короба. Короб з ситами спирається на основу через пружні зв'язки. Продуктивність, ефективність грохочення і засміченість отворів сит залежать від швидкості, форми траєкторії і напрямки руху грохоту.

Форма коливань залежить від розташування невірноважених мас і способу підвіски короба. Вони можуть бути круговими, еліптичними або прямолінійними (грохоти з пластинчастими ресорами). Найбільш ефективні грохоти на пружинних опорах. Такі грохоти застосовують для важких умов роботи за товарного грохочення, а також для попереднього просіювання великокускових матеріалів перед первинним дробленням (замість сит встановлюють колосникові решітки в один ярус). Розміри просіювальних сит $1\ 750 \times 1\ 450$ мм, частота обертання валу вібратора близько 800 хв⁻¹, амплітуда коливань – $3,7...4,5$ мм.

3.3 Машини для миття кам'яних матеріалів

Заповнювачі бетону промивають для видалення глинистих і органічних домішок і пилу. Для цього використовують різні способи. Якщо крупність заповнювача не перевищує 70 мм, а забрудненість мала і домішки легко віддільні, то промивання суміщають з сортуванням. На грохот по трубах з сопел подається вода під тиском $0,2...0,3$ МПа. Витрата води $1,5...5$ м³ на 1 м³ промитого матеріалу.

Матеріали розміром $300...350$ мм промивають в циліндричних гравіємийках-сортувалках, що складаються з похилого барабанного обертового

грохоту з додатковою миючою секцією з глухою (без отворів) поверхнею. Вода на промивання подається разом з матеріалом. Витрата води до 2 м³ на 1 м³ промитого матеріалу.

Вода подається назустріч руху матеріалу. Діаметри барабанів – 1,5...2,0 м за довжини до 4,0 м, продуктивність установок – до 100 м³/год.

Для миття піску, відділення від нього частинок менше ніж 0,15 мм і подальшого зневоднення застосовують гідромеханічні і гідравлічні класифікатори. Гідромеханічний класифікатор представляє собою короб, всередині якого розміщена спіраль. Під час обертання спіралі зважені у воді дрібні частинки відводяться в нижню частину короба, а великі направляються спіраллю до верхнього розвантажувального вікна. Короб встановлюють під кутом 16...18°. Діаметр спіралі 1 000...1 500 мм за частоти обертання 8...14 хв⁻¹, Продуктивність класифікатора – до 200 т/год.

За необхідності промивання і поділу зернистого матеріалу на кілька фракцій використовують горизонтальні багатокамерні гідрокласифікатори. Вихідний матеріал в пульпоутворювачі змішується з водою і надходить в пірамідальний лоток, а звідти – в прямокутне корито, розділене вертикальними перегородками на чотири камери. Поділ на фракції виходить шляхом регулювання кількості води, яка подається в класифікаційні камери знизу і утворює висхідні потоки. Вода, піднімаючись по камері, виносить частки піску, швидкість випадання яких менше швидкості руху висхідних потоків.

У міру накопичення зважених часток в камері щільність пульпи збільшується, внаслідок чого рівень води у гідростатичній трубці разом з поплавком піднімається. Як тільки поплавок упреться в верхній датчик, автоматично відкривається розвантажувальний клапан. У міру розвантаження поплавок опускається і торкається нижнього датчика, сигнали якого передаються механізму закриття клапана. Потім цикл роботи камери повторюється. Продуктивність по вихідному матеріалу – до 50 т/год, витрата води – 4...6 м³/т.

ЛЕКЦІЯ 4 ВАНТАЖОПІДІЙМАЛЬНІ МАШИНИ

4.1 Призначення і класифікація

У будівництві вантажопідіймальні машини використовують для переміщення будівельних матеріалів, монтажу будівельних конструкцій, вантажно-розвантажувальних операцій на складах будівельних матеріалів, монтажу та обслуговування технологічного обладнання в процесі його експлуатації.

За характером роботи – це машини циклічної дії. Головним параметром цих машин є вантажопідіймальність. Крім того, вони характеризуються зоною обслуговування, яка визначається прольотом або вильотом вантажу, висотою підймання вантажу, швидкостями робочих рухів, масою, показниками споживаної потужності і опорними навантаженнями.

Вантажопідіймальність деяких вантажопідіймальних машин (стрілових кранів) змінюється в залежності від вильоту. Вильотом називається відстань від осі обертання поворотної частини крана до осі вантажопідіймального органу. Тому такі крани характеризують вантажним моментом (кН·м), тобто добутком сили тяжіння вантажу на виліт вантажу, яке є, приблизно, постійним.

За призначенням вантажопідіймальні машини розподіляють на такі групи: допоміжні, будівельні підйомники, будівельні крани, спеціальні крани трубоукладальники.

Допоміжні вантажопідіймальні машини. До них відносяться домкрати, будівельні лебідки, підвісні лебідки (талі та електроталі). Вони складаються переважно з одного механізму і здійснюють вертикальне (домкрати, будівельні лебідки, талі) або горизонтальне (тягальні лебідки) по рейкових шляхах або напрямних переміщення вантажів. У них використовується ручний і механічний приводи.

Будівельні крани. Це найбільш складні та універсальні вантажопідіймальні машини для переміщення штучних вантажів, будівельних конструкцій і технологічного устаткування по просторовій траєкторії різної протяжності та конфігурації. Вони різні за конструктивним виконанням, виготовляються у вигляді консольних (стрілових) або прогонових конструкцій, стаціонарними або пересувними і відповідно з різними зонами обслуговування.

До консольних кранів відносяться стаціонарні щоглові і щоглово-стрілові крани, баштові, стріляв самохідні крани і спеціальні крани-трубоукладачі; до прогонових - мостові, козлові і кабельні крани.

Стаціонарні стрілові крани переміщують вантажі в межах кола або сектора, охопленого стрілою. Баштові стрілові поворотні крани пересуваються по рейкових шляхах і переміщують вантаж в межах прямокутника, довжина якого дорівнює довжині шляхів, а ширина – подвійному вильоту крана. Стрілові самохідні крани (автомобільні, пневмоколісні, гусеничні, на спеціальних шасі автомобільного типу, тракторні) переміщуються по землі і обслуговують площу будь-якої конфігурації. Пролітні козлові і мостові крани пересуваються по спеціальних підкранових коліях і обслуговують зону в вигляді прямокутника.

Кабельні крани переміщують вантажі уздовж каната, натягнутого між опорами. Залежно від рухливості опор зона їхнього обслуговування – лінія, сектор або прямокутник. На металевих конструкціях кранів встановлюють кілька кранових механізмів. Типовими крановими механізмами є: механізм підймання вантажу, що включає вантажну лебідку, поліспаст і вантажозахватний орган; механізм пересування крана або будь-якої його частини; механізм обертання поворотної частини; механізм зміни вильоту. Для приводу механізмів кранів застосовують двигуни внутрішнього згорання, гідравлічні, електричні двигуни змінного і постійного струму.

Домкрати. У будівництві домкрати використовують під час монтажних і ремонтних роботах для підймання вантажу на невелику висоту, впливаючи на вантаж знизу. Найбільш поширені рейкові, гвинтові і гідравлічні домкрати.

Рейковий домкрат. Він складається з корпусу, в якому по напрямних переміщається рейка, що має поворотну головку і лапу. Рейка з вантажем піднімається або опускається обертанням рукоятки через зубчасті передачі.

Гвинтовий домкрат. Він складається з корпусу з бронзовою гайкою, гвинта з прямокутним або трапецеїдальним різьбленням, вантажної головки і рукоятки з тріскачкою. Рукоятка вільно надіта на круглу частину гвинта.

Вантажопідйомність гвинтових домкратів – до 50 т, висота підймання до 0,35 м. За вантажопідйомності більше ніж 20 т зусилля на рукоятці стає значним і тому рукоятка з тріскачкою замінюється черв'ячною передачею, а ручний привід – машинним.

Гідравлічний домкрат. Домкрат складається з циліндра, який є водночас його корпусом, поршня, насоса, всмоктувального, нагнітального і спускного клапанів. За ручного приводу насос і бак з рідиною об'єднані з корпусом домкрата. Робочою рідиною служить мінеральне масло або незамерзаюча суміш (вода, змішана зі спиртом або гліцерином). Рукояткою плунжеру насоса повідомляється зворотньо-поступальний рух.

Будівельні лебідки. Будівельні лебідки використовують під час монтажу будівельних конструкцій та обладнання, для переміщення важких вантажів на будівельних майданчиках, а також в якості механізмів кранів, підйомників, копрових установок та інших будівельних машин. Лебідки класифікують: за призначенням – на підймальні (для підймання вантажів) і тягові (для горизонтального переміщення вантажів); за видом приводу – на приводні і ручні; за кількістю барабанів – на одно-, двобарабанні і без барабана (з канатоведучим шківом, важільні).

Барабанні лебідки з ручним приводом. Їх виготовляють з тяговим зусиллям на першій швидкості 5...80 кН, канатоємкість барабана 50...200 м. Ручні лебідки розраховуються на роботу одного, двох, чотирьох чоловік одночасно.

Приводні лебідки. За кінематичним зв'язком двигуна з барабаном приводні лебідки розподіляються на електрореверсивні й фрикційні. У фрикційних лебідках можлива робота декількох барабанів від одного двигуна, що включаються по черзі за допомогою фрикційних муфт.

У електрореверсивних лебідках зв'язок між двигуном і барабаном нерозмикний жорсткий, в фрикційних він здійснюється за допомогою фрикційної муфти. Вона складається з електродвигуна, пружної муфти, гальма, зубчастого редуктора, барабана і пускової апаратури, встановлених на звареній рамі. Під час роботи лебідки закріплюються на фундаменті. Електрореверсивними лебідками комплектуються будівельні підйомники, крани та інші машини.

Підвісні лебідки (талі і електроталі). Підвісні лебідки, або талі, призначені для підймання (опускання) і переміщення вантажу в горизонтальному напрямку. Залежно від приводу розподіляються на ручні та з електричним приводом.

Ручні талі. Ручні талі підвішують до стельових балок, триноги або інших пристроїв за допомогою гака. Вантажопідйомність ручних талей 0,5...5 т, висота підймання до 3 м. Тяговим органом в ручних талях є вантажний пластинчатий або овально-ланковий ланцюг, що охоплює зірочку, жорстко пов'язану з черв'ячним колесом черв'ячного редуктора.

Таль з електричним приводом. Така таль являє собою компактну підвісну електричну лебідку, яка крім механізму підймання вантажу з гаковою підвіскою має самостійний механізм пересування від окремого електродвигуна. Їх застосовують для комплектації комбінованих однобалкових козлових і напівкозлових кранів. Іноді для отримання більшої вантажопідйомності кран укомплектовують двома спареними електроталями.

Будівельні підйомники. Будівельні підйомники призначені для підймання вантажу і людей на поверхи будівель під час оздоблювальних і ремонтних роботах. Вантажі розміщуються в ковшах, кабінах і на майданчиках, що рухаються в жорстких напрямних у вертикальному або близькому до вертикального напрямках. Будівельні підйомники за призначенням розподіляються на вантажні та вантажопасажирські, а по конструкції напрямних – на щоглові, шахтні і струнні.

Вантажні щоглові підйомники. Їх встановлюють зовні будівлі, що зводиться. Підйомники встановлюють на основі так, щоб вантажна платформа припадала проти віконних прорізів, а довга сторона її розташовувалася уздовж стіни будівлі або перпендикулярно їй.

Підйомники обладнуються вимикачами, які відключають двигун лебідки після досягнення платформою потрібного рівня, а також автоматичними аварійними уловлювачами різних типів для зупинки платформи у разі обриву вантажного каната. Вантажні щоглові підйомники загального призначення можуть піднімати і подавати в віконні та дверні прорізи будівель заввишки до 16 поверхів вантажі масою 0,3...0,5 т. У практиці будівництва висотних будівель вантажопідйомність спеціальних підйомників досягає до 1,6 т з висотою підймання до 200 м.

Вантажопасажирські будівельні підйомники. Під час будівництва висотних будівель для підймання вантажів і людей застосовують будівельні вантажопасажирські підйомники. Вони можуть обслуговувати будівлі висотою до 30 поверхів (110 м) за вантажопідйомності 0,5...1,0 т. За конструкцією

вантажопасажирські підйомники подібні до ліфтів, з тією лише різницею, що кабіна у них розташовується збоку щогли, а не всередині.

Вантажопасажирський підйомник складається з щогли з напрямними, блоків на голівці щогли, кабіни, закріпленої на рухомій каретці, противаги, основи з встановленої на неї лебідкою. Кабіни підйомників обладнуються висувним майданчиком і обмежувачами, що забезпечують безпеку під час висадки людей і розвантаження матеріалів. Пульта керування кабіною і висунення майданчика розташовують усередині кабіни.

4.2 Щоглові і щоглово-стрілові крани

Щоглові і щоглово-стрілові крани є стаціонарними кранами, що обмежує область їх застосування. Їх використовують головним чином для монтажу збірних конструкцій і технологічного обладнання великих будівельних об'єктів.

Щоглові крани. У щоглового крана поворотна щогла спирається на раму-фундамент і додатково прикріплюється до будівлі або розчальється вантом. На щоглі встановлюється поворотна стріла – укосина. Для підймання вантажу використовують наявну лебідку, до якої в залежності від необхідної вантажопідйомності підбирають поліспаст. Щоглово-стрілові крани за видом кріплення щогли розподіляються на *вантові і підкісні*.

Вантові щоглово-стрілові крани. Такий кран складається з щогли, стріли, вантажного і стрілового поліспастів, опорної рами, лебідок і вант.

Підкісні щоглово-стрілові крани спираються на основу. Стріла утримується в похилому положенні стрілопідймальним поліспастом шарнірним з'єднанням з жорсткою просторовою конструкцією, утвореною щоглою, горизонтальними балками і підкосами.

Щогла разом зі стрілою спирається на поворотний круг і може повертатися щодо підкосів і горизонтальних балок на кут до 240°. Відсутність вант у підкісних кранів дозволяє робити стрілу в 1,5...2 рази довше щогли.

Підкісні щоглово-стрілові крани виготовляються вантажопідйомністю 5...20 т з однаковими значеннями на всіх вильоти.

4.3 Баштові крани

Баштовий кран – це вантажопідймальна машина зі стрілою, закріпленою у верхній частині вертикальної вежі і виконує роботу по переміщенню і монтажу конструкцій за рахунок поєднання робочих рухів: підймання й опускання вантажу, змінення вильоти, пересування самого крана по рейках і повороту стріли з вантажем. Головним параметром баштового крана є вантажопідйомність, тобто найбільша маса вантажу на відповідному вильоті. До основних параметрів відносяться мінімальний і максимальний вильоти, висота підймання і глибина опускання гака, швидкості робочих рухів, габарити, маса крана, показники потужності і опорні навантаження.

У житловому та цивільному будівництві застосовують крани вантажопідйомністю 3...10 т з вильотом до 25 м і висотою підйому гака до 50 м. Крани для висотного будівництва мають вантажопідйомність від 6,3 до 12,5 т, виліт до 45 м і висоту підйому гака до 150 м. У промисловому будівництві

застосовують спеціальні монтажні крани вантажопідйомністю до 80 т з вантажним моментом до 15 000 кН · м, вильотом 25...45 м, висотою підйому 50...80 м. Що стосується конкретних умов будівництва на основі базових моделей виготовляються різні крани (з укороченими або подовженими стрілами і вежами, крани-навантажувачі, для роботи в різних кліматичних умовах). Баштові крани розподіляються на пересувні по рейкових шляхах, стаціонарні (приставні), прикріплені до спорудження, що будується, і самопіднімальні, що встановлюються на каркасні конструкції будівель і переміщувані по ньому в вертикальному напрямку. За способом зміни вильоту гака розрізняють баштові крани з підйомною стрілою і крани з горизонтальною балочною стрілою. За типом веж баштові крани випускають з поворотною і неповотною баштою.

Найбільше застосування в будівництві набули баштові крани з поворотною баштою (платформою). У порівнянні з кранами з неповотною баштою вони мають меншу масу, так як розташування механізмів і баласту в нижній частині крана знижує положення його центра ваги і точки прикладання рівнодіючого вітрового навантаження. Крім того, вони відрізняються малими термінами монтажу і демонтажу, зручністю транспортування і технічного обслуговування.

Баштові крани з поворотною баштою. Вежа крана кріпиться до поворотної платформи, яка через опорно-поворотний пристрій спирається на ходову частину. На поворотній платформі розміщуються: противаги, вантажна, стрілова лебідки та механізм обертання поворотної платформи. Стріла кріпиться шарнірно до башти і утримується канатними тягами, які через напрямні блоки з'єднані з рухомою обоймою стрілового поліспасти. Підймання і опускання вантажу виконуються вантажним поліспастом за допомогою вантажної лебідки і підвіски крюка. Управління краном ведеться з кабіни. Гакові підвіски складаються з вантажного гака, траверси, двох бічних щік, осей з встановленими на них блоками.

Зміна вильоту вантажу здійснюється нахилом стріли або переміщенням каретки з вантажем вздовж горизонтальної стріли.

Висота підймання вантажу за горизонтальної стріли нижче, ніж за похилої. Однак горизонтальне переміщення вантажу уздовж стріли вимагає меншої енергії, ніж переміщення цього вантажу підйманням всієї стріли і одночасно спрощує операції по наведенню монтажного елемента на місце монтажу. У кранів з похилою стрілою у разі змінення вильоту вантаж одночасно змінює своє положення і по висоті. Для усунення цього недоліку необхідно забезпечити горизонтальне переміщення вантажу під час змінення виліту стріли.

Кран з неповотною баштою і горизонтальною стрілою. Вежа крана через опорну частину (раму або портал) встановлена на ходові візки, які переміщують кран по рейковому шляху. На опорній частині розташований баласт, що забезпечує стійкість крана в робочому та неробочому станах. Поворотна головка спирається на верхню секцію вежі через опорно-поворотний пристрій. Стріла і противагова консоль шарнірно закріплені на поворотній голівці і утримуються розтяжками. На противаговій консолі розміщені вантаж-

на лебідка, лебідка пересування противаги і противага, врівноважує верхню частину крана. По нижньому поясу стріли переміщається вантажна каретка за допомогою тягової лебідки, розміщеної всередині кореневої секції стріли.

Приставні (стаціонарні) баштові крани. Їх застосовують під час будівництва висотних споруд (висотою 150 м і більше). Вони виконуються з поворотною головкою, горизонтальною стрілою і вантажною кареткою, яка переміщається по ній. Приставні крани монтують на фундаменті, який може бути спеціальним або бути частиною фундаменту будівлі.

Самопідіймальні крани. Їх виготовляють вантажопідйомністю до 15 т з вантажним моментом до 3300 кН·м. Вертикальне переміщення крана здійснюється так. Вежа крана спирається на опорні балки з відкидними упорами і охоплена вертикально рухомою обоймою, також забезпеченою відкидними упорами, але в іншій площині. Спеціальною лебідкою обойма знімається з упорів і піднімається на висоту двох поверхів і знову встановлюється на упори. Після цього вежа і опорні балки знімаються зі своїх упорів, підтягуються на висоту двох поверхів і встановлюються на каркас будівлі. Демонтаж крана ведеться в зворотній послідовності. За такої конструкції крану не потрібна велика довжина вежі. Самопідіймальні крани застосовуються на будівництві будівель з металевим каркасом.

Спеціальні монтажні баштові крани. Такі крани виготовляються з вантажним моментом 10 000...15 000 кН·м в декількох виконаннях, в тому числі для гідротехнічного будівництва. Крани розташовують таким чином, щоб вони могли працювати окремо (кожен у своїй зоні і спільно) під час установа найбільш важких блоків і технологічного обладнання.

Стрілові колісно-рейкові крани. Відмінною особливістю цих кранів є наявність у них баштово-стрілового обладнання (шарнірно-зчленованих стріл) і спеціальних рейкових шляхів, ширина колії яких досягає 15 м. Ці крани мають вантажопідйомність 30...100 т. Великі значення вильотів (6,6...31 м) і висот підймання вантажу (30...145 м) досягаються за найбільшої вантажопідйомності. Баштові крани мають багатодвигунний електропривод з живленням від зовнішньої електромережі напругою 220/380 В через кабель і струмоприймач. Всі механізми крана управляє машиніст з кабіни, в якій розміщена апаратура управління. Робочі рухи баштових кранів виконуються за допомогою механізмів підймання вантажу, змінення вильоту, повороту і пересування. Для механізмів підймання вантажу і змінення вильоту застосовані електрореверсивні лебідки.

4.4 Стрілові самохідні крани

Стрілові самохідні крани широко використовуються під час виконання будівельно-монтажних і вантажно-розвантажувальних робіт. Основною перевагою стрілових самохідних кранів є автономність їхнього приводу, здатність швидкого перебезування з одного об'єкта на інший, велика різноманітність змінного обладнання.

Стрілові самохідні крани класифікують за типом ходового обладнання та приводу, по виконанню і виду стрілового обладнання. За типом ходового

обладнання їх розподіляють на крани автомобільні, пневмоколісні, на спеціальному шасі автомобільного типу, гусеничні, на короткобазовому шасі, на тракторах й причіпні. За типом приводу крани бувають з одно- і багатомоторним (індивідуальним) приводом. За виконанням і видом стрілового обладнання стрілові самохідні крани випускаються з невисувними (постійної довжини), висувними і телескопічними стрілами. Довжина висувних стріл змінюється без навантаження, телескопічних – з навантаженням на гаку.

Телескопічні стріли в поєднанні з гідроприводом переважно застосовують в конструкціях автомобільних кранів і кранів на спеціальному шасі автомобільного типу, так як завдяки взаємному переміщенню секцій відносно один одного забезпечується наведення монтажного елемента на місце установаження, в тому числі і в важкодоступних місцях. Довжину стріл змінюють вставленням додаткових секцій або установаженням керованих гусачків. На стрілових кранах широко використовується баштово-стрілове обладнання.

Автомобільні крани. Автомобільні крани випускаються вантажопідйомністю 4; 6,3; 10 і 16 т. Їх монтують на дво- або триосному шасі вантажних автомобілів, які випускаються серійно. Привід всіх механізмів автомобільних кранів здійснюється від двигуна автомобіля.

За типом приводу розрізняють автомобільні крани з механічним, гідравлічним та електричним приводом.

Крім основної стріли крани оснащуються подовженими стрілами, стрілами з гусачком, баштово-стріловим обладнанням, а гідравлічні крани – телескопічними висувними стрілами.

Залежно від маси вантажу, що піднімається, і вильоту стріли, крани можуть працювати на виносних опорах або без них, переміщатися з вантажем в межах будівельного майданчика, маса якого менше номінального на відповідному вильоті, зі швидкістю до 5 км/год за положення вантажу уздовж осі крана («стріла назад») і піднятому на висоту не більше ніж 0,5 м.

Автомобільні крани оснащуються пристроями, що забезпечують їхню безпечну експлуатацію: обмежувачами вантажопідйомності, висоти підймання гака, кута нахилу стріли, покажчиками крену і вантажопідйомності.

Пневмоколісні крани. Вони мають вантажопідйомність 25, 40, 63 і 100 т. Велика вантажопідйомність пневмоколісних кранів в поєднанні зі значними висотою підймання (до 55 м) і вильотом гака (до 38 м) зумовили їхнє широке використання на будівництві промислових підприємств, споруд, теплових електростанцій та встановлення технологічного обладнання.

Пневмоколісний кран складається з двох основних частин: поворотної і ходової, з'єднаних між собою опорно-поворотним пристроєм. На поворотній частині крана розташовуються робоче обладнання, силова установка, механізм головного і допоміжного підймання вантажу, механізм змінення вильоту стріли, механізм обертання поворотної частини і кабіна управління. Робочим обладнанням крана служить основна ґратчаста стріла, подовжені вставками стріли з керованими і некерованими гусачками різних розмірів, а також баштово-стрілове обладнання.

Ходова частина крана складається зі зварної ходової рами, що спирається на провідні і керовані мости автомобільного типу, і виносних опор. Кількість мостів (2...5) залежить від вантажопідйомності крана. За великої вантажопідйомності мости крана об'єднуються в балансирні візки з жорсткою підвіскою до ходової рами. Управління пересуванням з кабіни машиніста і жорстка підвіска мостів обмежують швидкість пересування крана до 18 км/год. У робочому положенні кран спирається на виносні опори. Допускається робота крана без виносних опор і пересування його з вантажем на гаку відповідно до вантажної характеристикою крана.

Кран обладнаний основною стрілою завдовжки 15 м. Довжину останньої за допомогою секцій можна збільшувати до 26, 25, 30, 40, 50 і 55 м. Стріли довжиною 20...40 м оснащують некерованим гусачком; довжиною 45...55 м – керованим. Пневмоколісний кран транспортується власним ходом, на буксирі до тягача або залізницею.

Крани на спеціальних шасі автомобільного типу. За своїм технологічним призначенням крани даного типу повинні забезпечувати ефективну роботу на розосереджених об'єктах, мати велику вантажопідйомність, хорошу прохідність і маневреність в умовах будівельного майданчика. У сучасних конструкціях кранів ці вимоги реалізуються шляхом застосування спеціальних шасі автомобільного типу, гідравлічного приводу механізмів крана і телескопічних стріл, що створює їм значні переваги в порівнянні з пневмоколісними кранами з гратчастими стрілами. Вантажопідйомність кранів на спеціальних шасі 25...500 т, швидкість пересування 60...70 км/год.

Відмінною особливістю кранів на спеціальних шасі є також наявність у них двох силових установок, з яких одна розміщена на шасі, а друга – на поворотній частині крана. Силова установка, розташована на шасі, забезпечує пересування крана і привід гідравлічних насосів для управління виносними опорами. Силова установка поворотної частини крана забезпечує роботу кранових механізмів.

Управління робочими операціями крана проводиться з кабіни, розташованої на поворотній частині. Механізми лебідок складається з одного або двох гідромоторів, циліндричних редукторів, вбудованих в барабани, колодкових або дискових гальм. Телескопічні стріли конструктивно виконуються з трьох (у кранів вантажопідйомністю 25 і 40 т) і чотирьох (у кранів вантажопідйомністю 63 і 100 т) секцій і оснащуються подовжувачами різних розмірів. Висування секцій здійснюється гідроциліндрами, а останньої секції – канатним приводом. Під час роботи крана все навантаження від власної сили тяжіння і маси вантажу сприймаються виносними опорами, при цьому горизонтальність платформи контролюється системою автоматики. Вітчизняною промисловістю випускаються крани на спеціальних шасі вантажопідйомністю 25, 40, 63 і 100 т.

Крани на короткобазовому шасі. Вони бувають двuosними, з обома провідними й керованими осями і базою в межах 1,8...2,0 м, мають малий радіус повороту і призначені для роботи в умовах обмеженого простору.

Гідравлічні насоси наводяться від коробки відбору потужності приводу шасі. Крани виготовляються вантажопідйомністю 6,3 ... 10, 16 і 25 т.

Гусеничні крани. Застосування для стрілових кранів гусеничного ходового обладнання призвело до створення монтажних гусеничних кранів з великою номенклатурою за вантажопідйомністю – 16, 25, 40, 63, 100, 160, 250 т. Гусеничні крани працюють без виносних опор і можуть пересуватися в межах будівельного майданчика в будь-якому напрямку зі швидкістю 0,5...1,0 км/год.

Гусеничні крани виготовляються з механічним і електричним приводом. Ходова частина гусеничних кранів складається з неповоротною рами, що спирається на дві приводні гусеничні візки з багатоопорними гусеничними ланками, що забезпечують низький (до 0,1 МПа) питомий тиск на ґрунт. Привід кожної гусениці складається з тихохідного електричного двигуна, редукторів, ведучої зірочки гусениці і гальма.

Козлові крани. Козлові крани розподіляють на монтажні і загального призначення. Крани загального призначення мають вантажопідйомність до 5 т, монтажні – до 500 т. Розміри прольоту і висоти підймання вантажу встановлюють залежно від технологічного призначення. Несучою конструкцією козлового крана є міст з двома опорами.

По мосту крана переміщається вантажний візок з вантажозахватним пристроєм. Опори крана встановлюються на ходові візки, кожна з яких переміщається по дворейковому шляху. Мости кранів малої (до 5 т) вантажопідйомності виготовляють у вигляді просторової трипопсової ферми і їздової балки двотаврового профілю, по якій пересувається електроталь. Мости кранів середньої і великої вантажопідйомності виконуються в вигляді чотирипопсової гратчастої ферми прямокутного або трапецеїдального перетину. Вантажний візок цих кранів може переміщатися по нижньому або верхньому поясу моста. Пересування вантажного візка вздовж моста здійснюється за допомогою канатів і електрореверсивної лебідки. Механізм підймання має два поліспасти, розташованих симетрично по обидва боки мосту і працюють на загальну траверсу. Більшість козлових кранів – самомонтувальні.

Напівкозлові крани. Такі крани зазвичай встановлюють на великій висоті і пересувають по шляхах, покладених на будівельних конструкціях будівлі. Несучий міст і жорстка опора виконані у вигляді Г-подібних жорстких рам. Зменшення маси крана досягається зниженням рухомого навантаження на міст крана, для чого лебідки механізму підймання і механізму пересування вантажного візка встановлюються на жорсткій опорі.

У теплоенергетичному будівництві використовуються козлові крани вантажопідйомністю 10...30 т з прольотом 11...28 м і висотою підймання 16...60 м. У зв'язку з великою висотою установки напівкозлових кранів їх розраховують на велике вітрове навантаження і обов'язково постачають протиугінними захопленнями автоматичної дії.

Мостові крани. Ці крани застосовують в будівництві електростанцій та інших об'єктів під час спорудження фундаментів, монтажі обладнання і будівельних конструкцій.

Мостовий кран складається з двох основних частин – моста і вантажного візка. Міст крана являє собою металеву конструкцію, що спирається на ходові колеса, які приводяться в дію механізмом пересування моста. За конструкцією моста розрізняють одно- і двобалкові мостові крани. Однобалкові крани виконують вантажопідйомністю до 10 т з невеликим прольотом (5...17 м). За великої вантажопідйомності міст крана виконують з двох поздовжніх балок коробчастого або таврового перетину, з'єднаними кінцевими балками.

Кабельні крани. У кабельному крані вантажний візок переміщається тяговим канатом по сталевому дротовому канату спеціальної конструкції, натягнутому між двома щоглами. Щогли крана розтягнуті вантами, прикріпленими до якорів.

До переваг кабельних кранів відноситься велика протяжність зони обслуговування – від 250...400 до 1 000 м. Висота підймання вантажу визначається конкретними умовами рельєфу місцевості і габаритами споруди. Вантажопідйомність кабельних кранів 5...15 т, а в окремих випадках може досягати 25 т і більше.

Недоліком кабельних кранів є коливання несучого каната в вертикальній площині в результаті змінення стріли провисання у разі короткочасного зняття навантаження (під час розвантаженні грейфера, спорожнення бадді з бетоном і), а також необхідність постійного контролю за натяганням несучого каната і вант.

ЛЕКЦІЯ 5 МАШИНИ ДЛЯ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ

5.1 Загальна характеристика робочого процесу

За характером робочого процесу, складу операцій і послідовності їхнього виконання земляні споруди розподіляють на виїмки й насип. Виїмка утворюється в результаті видалення надлишків ґрунту за її межі, а насип – шляхом відсипання ґрунту, внесеного ззовні, з його пошаровим ущільненням. Відділення ґрунту від масиву (руйнування) і є основною операцією процесу його розроблення. Існують такі способи виконання земляних робіт: механічний – розроблення ґрунтів шляхом руйнування зубами; гідравлічний – розроблення ґрунтів струменем води під напором; вибуховий – руйнування ґрунтів газами; хімічний – відділення ґрунту від масиву з переведенням у рідкий стан.

Найбільшого поширення в будівництві (близько 85 % від загального обсягу земляних робіт) отримав механічний спосіб руйнування ґрунтів, при якому ґрунт відділяється від масиву унаслідок контактної силової дії на нього землерийного робочого органу.

Машина для земляних робіт класифікують за призначенням, режиму роботи, ступеня рухливості та іншими ознаками.

Розрізняють землерийні машини для уривки і переміщення ґрунту в межах зони досяжності робочого устаткування (одно- і багатоковшеві екскаватори), землерийно-транспортні машини для пошарового розроблення ґрунту і переміщення його на великі відстані (бульдозери, скрепери, грейдери, грейдер-елеватори), машини для підготовчих робіт, машини і устаткування для ущільнення ґрунтів, для буріння свердловин, в тому числі в міцних і мерзлих ґрунтах під час їхнього руйнування вибухом, обладнання для гідромеханічного розроблення, а також машини і обладнання для розроблення ґрунтів в особливих умовах. Машина для планувальних робіт відносяться до групи землерийно-транспортних машин і частково до екскаваторів (екскаватори-планувальники).

За режимом роботи машини для земляних робіт бувають *циклічної* та *безперервної* дій. До останніх відносяться багатоковшеві екскаватори, деякі види землерийно-транспортних машин, обладнання для гідромеханічного розроблення ґрунтів, а також деякі види машин для роботи в особливих умовах. Решта машин працюють в циклічному режимі, виконуючи операції робочого циклу послідовно або з їхнім частковим поєднанням в часі.

Робочі органи, за допомогою яких ґрунт відділяється від масиву (зуби ковшів, бульдозерних відвалів, розпушувачів), називають землерийними.

У конструкціях землерийних і землерийно-транспортних машин, робочий процес яких складається з послідовно виконуваних операцій відділення ґрунту від масиву, його переміщення і відсипання, землерийні робочі органи поєднують з транспортувальними – ковшами (екскаватори, скрепери) або відвалами (бульдозери, грейдери), називаючи перші ковшовими, а другі – відвальними. Ковшовий робочий орган представляє собою ємність з ріжучою кромкою, оснащеної зубами або без них.

Ковші з ріжучими крайками без зубів найчастіше застосовують для розроблення малозв'язних пісків і супісків, а ковші з зубами – в основному для розроблення суглинків, глин та інших скельних ґрунтів.

У режимі розроблення ґрунту ківш переміщається так, що його ріжуча кромка або зуби вкорінюється в ґрунт, відокремлюючи його від масиву. Розпушений ґрунт надходить в ківш для подальшого переміщення в ньому до місця розвантаження. Відвальні робочі органи обладнають в нижній частині ножами, в цьому випадку їх називають *ножовими*.

Для руйнування більш міцних ґрунтів на ножі додатково встановлюють зуби. Ріжуча частина землерийного робочого органу має форму загостреного клина, обмеженого передньої і задньої гранями. Лінію перетину цих граней називають *ріжучою крайкою*. Вкорінюючи в ґрунт, ріжучий клин відділяє його частину, яка називається *стружкою*.

Процесу відділення ґрунту від масиву, званому *різанням*, супроводжує переміщення ґрунту перед робочим органом або нього. Сукупність цих процесів називають *копанням*.

5.2 Екскаватори

Екскаватором називають землерийну машину, що виконує операції по відділенню ґрунту від масиву і переміщенню його у відвал або транспортні засоби в межах зони досяжності робочого устаткування. Екскаватори обладнають одним або декількома ковшами. У першому випадку їх називають *одноковшовими*, у другому – *багатокшововими*.

Одноковшеві екскаватори. Робочий процес одноковшового екскаватора (екскавація) складається з послідовно виконуваних операцій: відділення ґрунту від масиву, заповнення ним ковша, транспортування ґрунту в ковші до місця розвантаження, розвантаження ґрунту з ковша, повернення останнього в забій на вихідну позицію. Сукупність цих операцій складає робочий цикл екскаватора, в результаті виконання якого видається одна порція продукції в обсязі розвантаженого з ковша ґрунту. За призначенням одноковшеві екскаватори розподіляють на *будівельні* – для виконання земляних робіт, навантаження і розвантаження сипучих матеріалів; *будівельно-кар'єрні* – для виконання робіт за призначенням будівельних екскаваторів, а також для розроблення кар'єрів будівельних матеріалів і видобутку корисних копалин відкритим способом; *кар'єрні* – для роботи в кар'єрах; *розкривні* – для зняття верхнього шару ґрунту або гірської породи перед кар'єрним розробленням; *тунельні і шахтні* – для роботи під землею під час будівництва підземних споруд і розробленні корисних копалин.

Одноковшеві екскаватори можуть розробляти ґрунти вище і нижче рівня своєї стоянки робочим обладнанням – *прямою й зворотною лопатою*.

Для збільшення робочої зони (під час розроблення котлованів великих розмірів, на навантажувальних і розвантажувальних, а також на розкривних роботах) на екскаватори встановлюють робоче обладнання *драглайна*.

Для уривки глибоких котлованів, ям, колодязів використовують робоче обладнання *грейфера*, для планувальних робіт – спеціальне планувальне

устаткування. На екскаватори може бути встановлено також кранове, свабійне і інше змінне робоче устаткування – всього більше 40 видів.

Одноковшевий екскаватор може мати тільки один вид робочого устаткування або комплектуватися його змінними видами, що встановлюються на машину в залежності від виконуваних робіт. У першому випадку екскаватори називають *спеціальними*, а в другому – *універсальними*. До таких належить більшість будівельних екскаваторів.

Розкривні екскаватори мають однакову з кар'єрними машинами базу і відрізняються від останніх головним чином розмірами робочого устаткування – ковшем більшої місткості, збільшеним його вильотом – відстанню від осі обертання екскаватора до центру мас ковша. Для роботи в кар'єрах широко застосовують потужні крокуючі драглайни, які використовують як на вантаженні висадженої породи, так і на розкривних роботах. Кар'єрні і розкривні екскаватори, а також крокуючі драглайни відносяться до гірських машин. Однак їх широко використовують на будівництві великих земляних споруд – дамб, гребель, водосховищ, каналів тощо.

Одноковшеві екскаватори розрізняють по виконанню робочого устаткування, елементи якого можуть бути з'єднані між собою і з базою машини шарнірами і канатами або мати жорсткі шарнірні зчленування.

Одноковшеві екскаватори виготовляють як самохідні машини, здатні пересуватися в межах будівельного майданчика, а також у разі змінення будівельного об'єкту. Для пересування по ґрунтах зі зниженою несучою здатністю застосовують гусеничні ходові пристрої із збільшеною опорною поверхнею. У разі частого змінення будівельних об'єктів для додання екскаваторів більшої мобільності їх обладнують пневмоколісними ходовими пристроями, використовуючи для цього також автомобільну або тракторну базу, або спеціальні шасі автомобільного типу. Кар'єрні й розкривні екскаватори обладнують, як правило, гусеничними ходовими пристроями, а потужні драглайни – крокуючим ходом з розвиненою поверхнею опірної рами, що дозволяє знизити питомий тиск машини на ґрунт до допустимих значень.

За можливістю обертання поворотної частини розрізняють *повноповоротні* (з необмеженими кутовими переміщеннями) і *неповноповоротні* (з обмеженими кутовими переміщеннями) екскаватори. За кількістю встановлених двигунів розрізняють одно- і багатомоторні екскаватори.

Головним параметром одноковшевого екскаватора є місткість ковша, яка спільно з тривалістю робочого циклу визначає продуктивність екскаватора.

На гідравлічних екскаваторах встановлюють ковші більше або менше наведених місткостей. За призначенням і області застосування одноковшеві з дизельним двигуном екскаватори можна розподілити на чотири типи;

- екскаватори будівельні загального призначення, що оснащуються ковшами місткістю від 0,15 до 5 м³ і знаходять найширше застосування в промисловому і житловому будівництві;

- екскаватори кар'єрні, гусеничні, використовувані для видобутку корисних копалин на відкритих розробках і в кар'єрах. Машини оснащуються ковшами місткістю від 2 до 8 м³;

– екскаватори розкривні гусеничні, призначені для виконання розкривних робіт на вугільних розрізах і відкритих розробках в гірській промисловості, що оснащуються ковшами місткістю від 6 до 160 м³;

– крокуючі екскаватори-драглайни з великим вильотом гака. Такі екскаватори оснащуються ковшами від 4 до 200 м³.

Пряма лопата. Як вже зазначалося раніше, робоче обладнання прямої лопати застосовують для екскавації ґрунтів вище за рівень стоянки екскаватора. Будівельні екскаватори з цим видом робочого устаткування мають ковші місткістю до 3,2 м³ – з канатною і до 1,6 м³ – з гідравлічною підвіскою, а кар’єрні і розкривні екскаватори – до 20 м³.

Зворотна лопата. Одноковшеві екскаватори з робочим обладнанням зворотної лопати призначені для уривки ґрунту нижче рівня стоянки (розроблення котлованів, траншей). Випускаються вітчизняною промисловістю зворотні лопати обмежені місткістю ковша 1,4 м³ для канатних машин і 2 м³ – для гідравлічних. Створюються потужні кар’єрні гідравлічні зворотні лопати.

Драглайн. Екскаватори з робочим обладнанням драглайн застосовують для розроблення ґрунтів переважно нижче рівня стоянки. Завдяки подовженій в порівнянні з іншими видами робочого обладнання стрілі драглайни працюють на більшому радіусі копання, тому їх використовують переважно для уривки великих котлованів і траншей, а також для навантаження і розвантаження сипучих будівельних матеріалів. Промисловістю випускаються будівельні драглайни з ковшами 0,3...3 м³, а крокуючі драглайни – 5,45...100 м³. Робоче обладнання драглайна включає стрілу зазвичай ґратчастої (будівельні екскаватори), рідше вантової (крокуючі драглайни) конструкції, по довжині значно перевищує стрілу лопати, ківш, тяговий і підйомний канати.

Грейфер. Грейферне робоче обладнання використовують для уривки глибоких котлованів, очищення водойм та каналів, а також для навантаження і розвантаження сипучих матеріалів. У грейферному робочому обладнанні з канатним управлінням використовуються стріла драглайна і щелепний ківш, підвішений на підтримувальному й замикальному канатах.

Навантажувачі. Гідравлічні екскаватори ефективно застосовують для навантаження подрібнених і сипучих матеріалів. Під час завантаження ковша останній переміщують по підлошві укусу, що обсипається, працюючи на малих вильотах.

Екскаватор-планувальник. Конструкція екскаватора-планувальника з телескопічним робочим обладнанням складається з рами стріли, двох секцій стріли (нерухомої і рухомої) і ковша. Раму укріплюють шарнірно на поворотній платформі, а для її переміщення у вертикальній площині використовують гідроциліндр підймання стріли.

Для планувальних і зачисних робіт застосовують широкі ковші, зазвичай без зубів. Екскаватори-планувальники використовують також для виконання звичайних екскаваційних і вантажно-розвантажувальних робіт.

Багатоковшеві екскаватори. Багатоковшеві екскаватори застосовують для уривки траншей в трубопроводному будівництві, під час прокладання підземних ліній зв’язку та електропостачання, теплопроводів та інших комунікацій

(траншейні екскаватори); уривки траншей з одночасним укладанням дренажних труб, уривки меліоративних каналів, їхнього очищення і відновлення в процесі експлуатації (меліоративні екскаватори); розроблення кар'єрів будівельних матеріалів і видобутку корисних копалин (кар'єрні екскаватори). Подібно ковшу одноківшевого екскаватора кожен ківш багатоківшевого екскаватора працює в циклічному режимі, але робочі рухи суміжних ковшів зміщені по фазі. Багатоківшеві екскаватори обладнають, як правило, додатковими транспортують пристроями, на які розвантажуються ґрунт і якими він відвантажуються безперервним потоком в відвал, на інші перевантажувальні пристрої або в транспортні засоби.

Фрезерні екскаватори застосовують для нарізання щілин під час укладання кабелів зв'язку, а також для підготування міцних ґрунтів перед наступним розробленням іншими засобами, наприклад шляхом зсуву розчленованих блоків ґрунту потужними бульдозерами. У ланцюгових екскаваторів ковші можуть бути замінені скребками (скребкові екскаватори). Останні застосовують для розроблення вузьких траншей в слабких ґрунтах. Ланцюгові кар'єрні екскаватори також відносяться до машин поперечного копання. Багатоківшеві екскаватори обладнають переважно гусеничними (траншейні, меліоративні та кар'єрні роторні екскаватори) або рейко-колісними (ланцюгові екскаватори поперечного копання) ходовими пристроями. В окремих випадках для траншейних екскаваторів малої потужності застосовують також пневмоколісний хід.

Траншейні екскаватори. Траншейний екскаватор складається з тягача, робочого органу і відвалоутворювача. Тягач забезпечує екскаватору поступальне переміщення як в режимі екскавації, так і під час його перебазування. Його обладнають ходовим пристроєм, силовою установкою з передавальними механізмами і системою управління, кабіною машиніста. Тягач виготовляють переважно на базі тракторних вузлів.

Відповідно розрізняють *роторні* та *ланцюгові* траншейні екскаватори. Робочий орган роторного екскаватора обертається в площині руху останнього, спираючись на раму через опорні і напрямні ролики. Бічними балками рама з'єднана з тягачем за допомогою повзунів, що переміщуються за допомогою гідроциліндрів і поліспасти по напрямних.

У ланцюгового екскаватора ковші виконують без внутрішніх стінок і закріплюють їх на ланцюгу тільки передньою частиною так, щоб під час переходу через верхнє положення хвостова частина ковша піднімалася вгору для гравітаційного розвантаження ґрунту на транспортер.

Глибину траншеї регулюють установленням в необхідне положення повзунів ковшового рами на напрямних рами тягача. Цим же способом робоче обладнання переводять в транспортне положення.

Трубоукладач переобладнають лотком для опускання дренажних гончарних трубок в траншею і коритами для укладання в них рулонів підстильної і накривної дренажної склотканини або армованого скловолокна. Під час укладання пластмасової труби екскаватор обладнали барабаном, навішують на тягач в його передній частині. На цей барабан насаджують бухту

з пластмасовою трубою, яка в міру просування екскаватора розмотується з барабана і надходить в трубоукладач, а звідти укладається в траншею.

Екскавацію ґрунту ці машини здійснюють як траншейні ланцюгові екскаватори, але з меншою продуктивністю через необхідність точного дотримання ухилів дна траншеї і зупинок машин для поповнення трубоукладника дренавальним матеріалом із запасних касет, а під час укладання пластмасової труби – для заправки барабана новими бухтами труби.

Кар'єрні екскаватори поперечного копання. Застосовувані в будівництві кар'єрні екскаватори розрізняють по виконанню робочого устаткування: відповідно роторні стрілові і ланцюгові. У напрямку робочих рухів ці машини відносять до екскаваторів поперечного копання.

Роторні стрілові екскаватори призначені для розроблення ґрунтів I...III категорій, однорідних або з наявністю дрібних кам'янистих включень. Ці машини мають широку область застосування: на розкривних роботах і кар'єрних видобутках будівельних матеріалів, розробленні великих котлованів і інших виїмок в промисловому, транспортному і меліоративному будівництві, зведенні насипів, дамб, гребель, на вантажно-розвантажувальних роботах на складах насипних матеріалів.

Ланцюгові екскаватори поперечного копання застосовують для видобутку будівельних матеріалів в кар'єрах цегельних заводів. Базова частина машини складається з нижньої рами, металокопункції надбудови, рейко-колісного ходового пристрою і механізмів приводу ковшового ланцюга, ходу, підймання та опускання ковшового рами з живленням від електричної мережі.

В процесі роботи екскаватор переміщається по рейках уздовж кар'єра, який розробляється. Робочий орган, що складається з П-образної ковшової рами, ковшового ланцюга, приводного вала із зірочками, натяжних коліс і підтримуючих роликів, встановлений так, що його ковшовий ланцюг переміщається в площині, перпендикулярній переміщенню екскаватора.

5.3 Землерийно-транспортні машини

Землерийно-транспортними машинами (далі – ЗТМ) за рахунок тягового зусилля пошарово відокремлюють ґрунт від масиву і транспортують його до місця укладання (відсипання) в процесі власного переміщення. Виняток становлять грейдер-елеватори, у яких ґрунт транспортується і відсипається в відвал або в транспортні засоби спеціальним транспортувальним органом одночасно з його розробленням.

За режимом роботи ЗТМ розподіляють на машини циклічної (бульдозери, грейдери, скрепери) і безперервної (грейдер-елеватори) дії. За конструкцією робочого обладнання розрізняють відвальні і ковшові ЗТМ. У перших робочий орган виконаний у вигляді відвалу, оснащеного в його передній частині ножами (бульдозери, грейдери) або дискового плуга (грейдер-елеватори). Ковшами обладнають скрепери. За ознакою рухливості ЗТМ відносять до пересувних машин.

Бульдозери. Бульдозери призначені для пошарового розроблення ґрунтів з їхнім подальшим переміщенням перед робочим органом (відвалом) по поверхні землі на невеликі відстані. Установлення на бульдозерах заднього розпушувального обладнання дозволяє ефективно розробляти міцні розбірно-скельні ґрунти, в тому числі в умовах зон холодного клімату. Економічно вигідна дальність переміщення ґрунту бульдозером становить 15...70 м в залежності від потужності трактора, досягаючи 180 м під час роботи найбільш важких машин в гірничодобувній промисловості.

Бульдозери прийнято класифікувати за номінального тягового зусилля, ходовим системам базових тракторів, призначенням, конструктивними особливостями навісного обладнання.

За типом *ходової системи* (типу рушія) розрізняють бульдозери та бульдозери з розпушувачами гусеничні і пневмоколісні, які в свою чергу поділяються на кілька видів.

За призначенням розрізняють бульдозери *загального, спеціального та багатопільового*. Бульдозери загального призначення пристосовані для виконання землерийно-транспортних та планувальних робіт. Бульдозери спеціального призначення забезпечують виконання вузькоспеціалізованих робіт певного виду: чищення снігу, згрібання торфу тощо.

Устаткування бульдозера складається з відвалу з ножами, штовхальних брусів з кульовою опорою, гідравлічних циліндрів управління. Відвал бульдозера управляється двома гідроциліндрами, встановленими на цапфах в передній частині трактора.

Скрепери. Скрепером називають землерийно-транспортну машину з ковшовим робочим органом, призначену для пошарового розроблення ґрунту тяговим зусиллям, його транспортування і відсипання в земляні споруди. Скрепери застосовують у промисловому, гідротехнічному, дорожньому будівництві для розроблення ґрунтів немерзлого стану на горизонтах вище рівня ґрунтових вод під час зведення насипів, дамб, розробленні виїмок, на розкривних роботах. Ефективна дальність переміщення ґрунту залежить від типу тягача і становить для скреперів з гусеничними тягачами 100...800 м, а для скреперів з колісними тягачами – 300...3 000 м і більше. Робочим органом скрепера є ківш, обмежений днищем, бічними і задньою стінками і оснащений ножами. Спереду ківш закритий заслінкою, з'єднаною з ним шарнірно.

Скрепери бувають напівпричіпними одноосьовими і причіпними двохосьовими. За причіпною схемою з'єднують з тягачами також одновісні скрепери, у яких вісь коліс розташована над центром мас навантаженого ковша. Як тягач причіпного скрепера зазвичай застосовують трактор, найчастіше гусеничний, а напівпричіпні скрепери агрегують з двохосьовими або одноосьовими тягачами. Останні називають також самохідними. Самохідні скрепери мають високу маневреність і здатні розвивати транспортні швидкості до 45...60 км/год. Подальше збільшення швидкості цих машин небажано через вертикальні коливання в системі тягач-скрепер.

Скрепери з двохосьовими тягачами не мають цього недоліку, їхня швидкість доходить до 65...70 км/год, але по маневреності вони поступаються

самохідним. Для управління скрепером тягач обладнають гідравлічною насосною установкою або канатною лебідкою, від яких рух передається виконавчим механізмам (гідроциліндрам або поліспасти). Сучасні скрепери обладнають в основному гідравлічними силовими системами. Поліспасти системи збереглися лише у окремих моделях причіпних скреперів.

Грейдери. Грейдери відносять до землерийно-транспортних машин з відвальних робочим органом. Вони призначені для пошарового розроблення ґрунтів немерзлого стану на горизонтах вище рівня ґрунтових вод. Їх застосовують для планувальних і профілювальних робіт в дорожньому, аеродромному будівництві, в інших його галузях для зведення насипів висотою до 1 м з бічних резервів, спорудження ґрунтових доріг з бічними канавами, дорожнього корита і розподілу в ньому матеріалів основи дорожнього одягу, профілювання дорожніх узбіч, споруди та очищення зрошувальних і придорожніх каналів, зачищення і планування укосів, насипів і виїмок, очищення доріг і площ від снігу, льоду тощо. Грейдери виконують як самохідні машини з власним двигуном і приводним ходовим пристроєм.

Ходова частина автогрейдера складається з чотирьох приводних задніх пневмоколіс і двох приводних або не приводних керованих передніх коліс.

Робочий орган – відвал через кронштейни і поворотний круг закріплюють на тяговій рамі. Робочий процес грейдера схожий з роботою бульдозера, обладнаного поворотним в плані відвалом. Під час виконання профілювальних робіт для кращого впровадження в ґрунт відвалу широко користуються його перекосом, вирізаючи стружки трикутного поперечного перерізу.

Грейдер-елеватори. Грейдер-елеватори призначені для копання немерзлих ґрунтів в материковому заляганні на горизонтах вище рівня ґрунтових вод і відсипання його в насипу, відвали або в транспортні засоби. Їх використовують для зведення насипів з бічних резервів, утворення поздовжніх виїмок, пристрої каналів в напіввиїмці-півнасипи та інших подібних споруд.

Грейдер-елеватори виконують як напівпричіпні машини-знаряддя, що агрегатуються з тракторами (гусеничними або колісними) або одноосьовими тягачами. Рідше їх виконують як змінне навісне обладнання на автогрейдері. У напівпричіпного грейдер-елеватора основна рама спирається на два пневмоколіса.

Робочий процес грейдер-елеватора складається з послідовних проходів машини щодо відпрацьовуваної ділянки з розворотами в кінці останньої. Для зниження непродуктивних витрат часу на поворотній рух грейдер-елеватори доцільно застосовувати на ділянках протяжністю 200...500 м і більше.

5.4 Бурильні машини

Бурінням називають процес утворення земляної виїмки зазвичай круглого поперечного перерізу шляхом руйнування ґрунту (гірської породи) в її лобовій (донній) частині і вилучення на поверхню продуктів руйнування. Залежно від орієнтації подавання робочого органу на забій розрізняють *вертикальне, горизонтальне і похиле буріння*. Вертикальні виїмки глибиною, сумірні з розмірами поперечного перерізу, називають ямами. В ями встановлюють

стовпи дорожніх знаків, надоб і огорож, залізобетонні опори ліній електропередачі і зв'язку тощо.

Виїмки великої глибини в порівнянні з розмірами поперечних перерізів називають *свердловинами* (наприклад, вертикальні колодязні свердловини, горизонтальні свердловини для безтраншейного прокладення труб під насипами доріг). Свердловини з малими розмірами поперечних перерізів, що використовуються для закладення в них вибухових речовин під час розроблення міцних ґрунтів і гірських порід вибухом, називають *шпурами*.

Для утворення ям і вертикальних або похилих свердловин застосовують бурильно-кранові машини, на яких крім бурового робочого обладнання монтують кранове обладнання для установлення в ями стовпів, надоб, опускання в свердловини паль, блоків колодязних облицювань тощо. Через розосередження будівельних об'єктів і необхідності в зв'язку з цим частого перебезування бурильно-кранове обладнання монтують на автомобілях, тракторах або спеціальних самохідних шасі.

Бурильно-кранові машини. Бурильно-кранові машини виконуються на базі автомобілів, пневмоколісних і гусеничних тракторів, для буріння ям і свердловин діаметром 0,3...0,8 і глибиною 3 м (на тракторній базі) і до 8 м (на автомобільній базі). Для розроблення виїмок різного діаметру машини комплектують змінним буровим обладнанням.

Буріння починають після установлення машини на рівному майданчику на виносні опори, переведення робочого обладнання в робоче положення і опускання бура до рівня землі. Ґрунт розробляють одночасним обертанням бура і його осьовим переміщенням на забій. Після забурювання на глибину 0,3...0,5 м в ґрунтах I...III категорій немерзлого стану, а в міцних ґрунтах і з кам'янистими включеннями частіше, бур піднімають над поверхнею землі і, не припиняючи його обертання, розкидають ґрунт в боки від ями. Після опускання бура процес повторюють до досягнення необхідної глибини.

Машини для буріння шпурів. Робочим органом машин для буріння шпурів служить одна або дві бурові штанги з різцями або шарошечні долотами на кінці. Для буріння шпурів машину встановлюють в робоче положення, опускають рухому каретку до торкання бурами землі і одночасним обертанням штанг і їхнім осьовим переміщенням розробляють свердловину. Продукти буріння виносяться на поверхню стисненим повітрям від пересувного компресора або спіральною нарізкою по довжині бурових штанг. За необхідності штанги періодично піднімають над поверхнею землі і обертанням звільняють від бурової дрібниці.

Машини для бурення шпурів. Робочим органом машин для бурення шпурів служить одна или две буровые штанги с резцами или шарошечными долотами на конце.

5.5 Устаткування гідромеханізації

Гідромеханізацією називають спосіб механізації земляних і гірничих робіт, під час якого всі або переважна більшість технологічних процесів проводяться енергією рухомого потоку води. У будівельному обладнанні, що

реалізує цей спосіб, використовуються пристрої для руйнування ґрунтів як струменем води, так і механічним шляхом з подальшим їхнім транспортуванням в потоці води і укладанням в земляні споруди.

За гідравлічного способу розроблення ґрунту необхідний тиск потоку води створюється водяним насосом, а струмінь формується і направляється гідромонітором. У разі механічного, зазвичай підводного, розроблення застосовують фрезерні розпушувачі.

Гідромонітор складається з нижнього нерухомого, з'єднаного з напірним трубопроводом, і верхнього поворотного в плані колін, поворотного у вертикальній площині стовбура і змінної насадки. Струмінь формується ребрами всередині стовбура і пропускним перетином насадки. Розмивна здатність струменя характеризується її тиском на забій, яка зазвичай становить 0,7...2 МПа (під час розроблення міцних ґрунтів до 11 МПа).

Для підводного розроблення ґрунтів описане вище обладнання монтують на спеціальних плавучих засобах, званих *земснарядами*.

На меліоративних і днопоглиблювальних роботах застосовують земснаряди продуктивністю до 100 м³/год, обладнані власною силовою дизельною або дизель-електричною установкою і пристосовані для роботи за швидкої течії води і великих хвилях. Спорудження великих водоймищ, намівання гребель і дамб, підводний видобуток піску і гравію здійснюють земснарядами з електричним приводом з живленням від зовнішніх джерел енергії продуктивністю 100...1 000 м³/год. Корпус земснаряда представляє собою розділений на відсіки понтон. Для транспортування пульпи потрібно, щоб діаметр пульповоду був не менший певної величини.

Ґрунт розробляють обертальною фрезою, відсмоктуючи пульпу землесосом, за безперервного обертального в плані русі (папільонування) корпусу земснаряда щодо опускної палі. Цей рух забезпечується однією з папільонувальних лебідок під час змотування каната з іншої лебідки.

5.6 Ґрунтоущільнювальні машини

Для отримання проектних розмірів земляного сооруження в процесі строительства после отсыпки ґрунта его уплотняют укаткой, трамбованием, вибрацией, виброукаткой или вибротрамбованием.

Для отримання проектних розмірів земляної споруди в процесі будівництва після відсипання ґрунту його ущільнюють *укочуванням, трамбуванням, вібрацією, віброукочуванням або вібротрамбуванням*.

Під час трамбування ґрунт ущільнюється падаючою масою. Віброущільнення полягає в повідомленні ґрунту коливального руху, яке призводить до відносного зміщення його частинок і більшої щільності. Як різновид віброущільнення застосовують також комбінацію цього способу з укочуванням, для чого перекочаному по ґрунту катку повідомляють спрямовані вертикальні коливання.

Котки. Котки призначені для ущільнення ґрунтів та інших сипучих матеріалів (гравію, щебеню) під час зведення дорожніх насипів, що відсипатися пошарово, гребель і дамб, зрошувальних споруд і водосховищ, під час

засипання канав тощо. За способом силового впливу на ущільнювальний ґрунт розрізняють *котки статичного дії і віброкотки*. За типом робочого органу котки виготовляють з *гладкими, кулачковими, ребристими і гратчастими вальцями і з пневмоколесами*. За способом з'єднання з тягачем катки можуть бути *причінними, напівпричінного і самохідними*.

Кулачкові котки відрізняються від котків з гладкими вальцями наявністю на робочій поверхні вальців кулачків, розставлених в шаховому порядку. Кулачки приварюють або безпосередньо до обичайки вальця, або до напівбандажів, які потім монтують на обичайці гладкого вальця.

Ґрунт ущільнюють впроваджувальними в нього кулачками, а на перших проходах також поверхнею вальця. Кулачкові котки ефективні для роботи в пухких зв'язкових ґрунтах. Для ущільнення незв'язних ґрунтів їх не застосовують через інтенсивне переміщення частинок ґрунту вгору і в сторони, внаслідок чого практично неможливо досягти необхідної щільності.

Робочі поверхні ребристих котків виконані з декількох співвісних кільцевих бандажів з хвилеподібними зовнішніми поверхнями, виступи яких розташовані в шаховому порядку. Подібно кулачковим ребристі і гратчасті котки виконують глибинне ущільнення ґрунту, проникаючи в нього ребрами або прутами. Для укочування ґрунту на великих площах використовують зчепи з двох–п'яти котків і більш, об'єднаних спільними траверсами.

Досить ефективно для ущільнення малозв'язних ґрунтів застосовувати вібраційні котки з гладкими, кулачковими або гратчастими вальцями, всередині яких вмонтовано вібратор спрямованих коливань, що приводиться в рух клиноремінною передачею від автономного двигуна, встановленого на рамі котка. Ефективність ущільнення досягається за рахунок спільної дії на ґрунт гравітаційних і сил, що обурюють, які генеруються вібратором, що дозволяє отримати необхідну щільність ґрунту за меншої маси котка. Промисловістю випускаються віброкотки масою 3 т за діаметра вальця 1,2 м. Ширина ущільнюваної смуги становить 1,4 м, а глибина ущільнення до 0,6 м.

Трамбувальні машини і обладнання. Трамбуванням ущільнюють як зв'язні, так і незв'язні ґрунти шарами великої товщини (1...1,5 м). Робочі органи трамбувальних машин у вигляді чавунних або залізобетонних плит круглої або квадратної форми навішують на екскаватори або спеціально пристосовані для цього машини. У першому випадку в якості базової машини використовують екскаватор-драглайн, до підйимального канату якого підвішують плиту масою 0,8...1,5 т з площею опорної поверхні близько 1 м². Допоміжним канатом з легким відтяжними вантажем попереджають закручування основного каната. Плиту піднімають на висоту 1,2...2 м, з якої її скидають відключенням від трансмісії барабана підйимальної лебідки. Трьома-шістьма ударами плити по ґрунту досягають його ущільнення на глибину 0,8...1,5 м.

Для ущільнення ґрунтів на об'єктах широким фронтом робіт використовують самохідні трамбувальні машини на базі гусеничного трактора класу 100...150 кН. Ґрунт ущільнюють двома чавунними плитами масою 1,3 т кожна, по черзі піднімаються по встановленим ззаду трактора штангах і падаючими на ґрунт за безперервного руху машини вперед. Плити піднімають

канатами за допомогою кривошипного механізму, що приводиться в рух через редуктор від двигуна, встановленого в передній частині трактора. Залежно від змісту в ґрунті глинистих часток ущільнення на глибину до 1,2 м досягається за 3...6 ударів плити по одному місцю. Відповідна цим вимогам швидкість пересування трактора становить 160...320 м/год.

Вібруущільнювальне обладнання. Для ущільнення ґрунту за обмеженої в плані його поверхні застосовують вібраційні поверхневі ущільнювачі (віброплити). Ґрунт ущільнюється плитою-піддоном, якій повідомляються коливання, які генеруються дводебалансним вібратором, встановленим на плиті шарнірно. Управляє віброплицею оператор за допомогою важелів, встановлених на дишлі, яке з'єднується плитою через амортизатори. Поворотом дишла також змінюється напрямок самопересування віброплити. Віброплити транспортують на спеціальних візках, буксированих трактором або автомобілем.

ЛЕКЦІЯ 6 МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПАЛЬОВИХ РОБІТ

6.1 Машини для пальових робіт

Для влаштування пальових фундаментів на будівельних об'єктах застосовують забивні, гвинтові і набивні палі. Два перших типу паль виготовляють на заводах, а третій влаштовують на місці з монолітного залізобетону або в поєднанні зі збірними елементами заводського виготовлення.

Палі заводського виготовлення занурюють у ґрунт застосуванням зовнішнього вертикального або похилого навантаження (забивні палі) або в поєднанні його з парою сил, що діють в перпендикулярній площині (гвинтові палі). Цими силами долаються сили опору ґрунту зануренню в нього палі. У найбільш податливі глинисті і супіщані ґрунти текучої і текучопластичної консистенції забивні палі можливо занурювати вдавненням. Зазвичай вдавлювальне обладнання занурюють важкими тракторами, які наїжджають на спеціальні відкидні рами, пов'язані з направляючою щоглою.

Зі зменшенням вологості ґрунтів для занурення паль з використанням віброефекту до них потрібно прикладати великі статичні або динамічні (ударні) вертикальні навантаження. Способи занурення паль поєднанням зазначених навантажень називають відповідно вібровдавлюванням й віброударним зануренням. Кожну зі складових частин навантажень під час занурення паль вібровдавлюванням (вібраційну й вдавлювальну) передають на палю різними механізмами вібровдавлювального агрегату. Віброударне навантаження можна генерувати одним механізмом – вібромолотом.

Для загвинчування паль можна застосовувати всі перераховані методи з тою відмінністю, що механізми, які їх реалізують, повинні мати можливість передавати палі пари сил в горизонтальній площині. У будівельній практиці застосовують кабестани – пристрої, які здійснюють статичний спосіб передавання обертальних сил. Вертикальне привантаження палі при цьому способі її занурення обов'язкове, особливо на початковому етапі, коли лопаті палі ще недостатньо затиснені ґрунтом. Загвинчуванням можна занурювати палі в щебенево-галькові, гравійно-піщані, глинисті, а також мерзлі (піщані і глинисті) ґрунти.

Перед улаштуванням ростверків – конструкцій, які об'єднують палі і служать для передавання навантаження від надземної частини будівлі на палі і ґрунтову основу, – голови занурених в ґрунт паль вирівнюють на проектній позначці, зрубуючи їх пневматичними молотками і газовим різанням або зрізуючи спеціальними пристроями, званими пальорізами.

Набивні палі виготовляють на місці шляхом заповнення попередньо пробуреної свердловини бетонною сумішшю з ущільненням або без нього. Свердловини утворюють бурінням (обертальним, ударним, вібротермомеханічним), пробиванням штампами різної форми, іноді з розкочуванням або поєднанням цих способів. У щільних ґрунтах свердловини розробляють без кріплення стінок, а в обвалених ґрунтів – з використанням обсадних труб, які залишають в свердловині або витягають з неї в міру їїнього заповнення бетонною сумішшю. Розширення в свердловинах утворюють ріжучими або

ущільнювальними розширювачами робочих органів або за допомогою камуфлетного вибуху, що не викликає деформацій ґрунту за межами зазначеної зони. Крім описаного способу улаштування набивних паль, за змістом якого ці палі називають буронабивними, відомі також інші способи – вібронабивний, віброштампований. Для механізації робіт по влаштуванню набивних паль використовують загальнобудівельні машини і обладнання (бурильні, бетонозмішувальні, машини для транспортування, укладання і ущільнення бетонної суміші тощо).

6.2 Машини й устаткування для занурення паль

Копри і копрове устаткування. Палі заводського виготовлення занурюють в ґрунт за допомогою копрів, що переміщуються по пальному полю на власному, зазвичай рейковому, ході. Копри служать для підймання й установа палей перед зануренням в необхідній точці пального поля та забезпечення їхнього спрямування під час занурення разом з занурювачем.

В основу класифікації копрів закладена конструкція ходового обладнання базової машини. За цією ознакою копри розподіляють на *навісні, рейкові і мостові*.

За конструктивним виконанням приводів і механізмів копри і копрове устаткування розподіляють на: *універсальні*, які мають поворотну платформу і змінюють виліт і робочий нахил копровий стріли; *напівуніверсальні*, що мають або тільки поворотну платформу з обладнанням для занурення вертикальних паль без змінення вильоту і робочого нахилу копровий стріли, або тільки робочий нахил копровий стріли для занурення похилих паль; *прості*, що не мають поворотної платформи, а також механізмів для змінення вильоту і робочого нахилу копровий стріли.

Розміри копрів і копрового обладнання залежать від розмірів занурювальних ними паль. Відповідно до цього виготовляють копри і копрове устаткування для занурення паль завдовжки до: 8 (3 ... 8) м; 12 (9 ... 12) м; 16 (13 ... 16) м; 20 (17 ... 20) м; 25 (21 ... 25) м і більше.

У будівництві застосовують також копри на гусеничному ході, виготовлені на базі однокішшових екскаваторів.

Копром можна виконувати наступні операції: підтаскування палей, підймання й установа палей під молот, а також занурення палей з коригуванням на вертикальність. Підймання молота і палей здійснюють поліспастами, які приводяться в рух гідроциліндрами. Напрямна стрілка може нахилитися вправо-вліво, назад-вперед і встановлюватися строго вертикально незалежно від нерівностей і ухилів будівельного майданчика.

Принципова схема навішування стріл звичайна; стріли відрізняються один від одної тільки довжиною, виконанням і системами конструкцій кріплення до базової машини. Навісну копрову стрілу у верхній частині шарнірно закріплюють до стріли екскаватора і за допомогою телескопічної розпірки – до поворотній платформі екскаватора.

Копрова установка на базі гусеничного екскаватора складається з екскаватора, обладнаного крановою і копровий стрілою. Копрові стріли

навісного типу забезпечують занурення паль на вильоти від осі обертання екскаватора до 6 м і не вимагають застосування пристрою для обпирання п'яти копрової стріли на ґрунт. За необхідності працювати на великих вильотах застосовують копрові стріли підвісного типу. Ці стріли дозволяють здійснювати занурення паль на вильоті до 8...10 м від осі обертання екскаватора, але при цьому в процесі підтягування, установа і забивання паль необхідно спирання п'яти копрової стріли об ґрунт.

Машини та обладнання для безкопрового занурення паль. Аналіз роботи копрів і копрового обладнання показує, що останні підтримують палю тільки в початковий період її занурення, приблизно на 1/4 її довжини. На подальший процес це обладнання вже не впливає. Розроблено і випробувані способи безкопрового занурення паль.

Розрізняють *механічні, пароповітряні, дизельні та гідравлічні пальові молоти*. Механічний молот є найпростішим механізмом, що представляє собою металевий виліток масою до 5 т, що скидається на занурювальну палю. Виліток піднімають уздовж щогли копра канатом підйимальної лебідки, звідки її скидають на палю, від'єднуючи від каната спеціальним розчіплювальним пристроєм або відключенням барабана лебідки від трансмісії.

Пароповітряний молот представляє собою пару циліндр-поршень. В молотах одиночної дії поршень через шток з'єднується з наголовником палі, а ударною частиною є циліндр, що направляє поршнем. Під дією стисненого повітря або пари, що подається в поршневу порожнину циліндра від компресорного або паросилового обладнання, циліндр піднімається вгору, а після перекриття впускного трубопроводу і з'єднання поршневої порожнини з атмосферою циліндр падає, ударяючи по наголовники палі. Керують впусканням і випусканням стисненого повітря (пара) вручну, напівавтоматично і автоматично.

Пароповітряні молоти використовують для забивання вертикальних і похилих паль на суші, а також під водою. Основним недоліком є залежність від компресорних або паросилових установок.

Гідравлічний молот працює за схемою пароповітряного молота подвійної дії з тією відмінністю, що замість повітря або пара в робочий циліндр подається рідина, для чого палейний агрегат з гідравлічним молотом обладнають насосною установкою. Для додання ударної частини прискорення в момент удару до насоса під'єднують гідравлічний акумулятор, який заряджається під час зворотного ходу поршня.

Найбільшого поширення в будівництві набули дизельні молоти, що працюють незалежно від зовнішніх джерел енергії в режимі двотактного дизеля. Розрізняють дизель-молоти з направляючими штангами – штангові і з направляючим циліндром – трубчасті.

Ударною частиною трубчастого дизель-молота служить поршень, що переміщається в напрямному циліндрі. Удари поршня сприймаються шаботом, герметично посадженим в нижню частину робочої секції циліндра. Молот центрують на палі штирем. Для пуску молота його поршень «кішкою», підвішеною до канату, піднімають у верхнє положення, звідки його скидають.

Під час руху вниз поршень віджимає важіль, яким включається насос, що впорскує з бака в циліндр порцію палива. Останнє, змішуючись з повітрям, стікає в сферичну виїмку в шаботі. За подальшого падіння поршень перекриває канал, сполучений циліндр з атмосферою, і стискає повітря в замкнутому зменшуваному обсязі. Від удару поршня об шабот паливо-повітряна суміш, що знаходиться в сферичному поглибленні останнього, розбризкується і запалюється. Гази, які розширюються під час згоряння суміші, підкидають поршень вгору, звідки він знову падає, стискаючи повітря, видаляючи відпрацьовані гази через канал в атмосферу і повторюючи процес. Зупиняють молот припиненням подавання палива.

Вібросанурювачі та вібромолоти. Вібросанурювач представляє собою збудник спрямованих коливань уздовж осі палі. З'єднуючись з палею за допомогою наголовника, він повідомляє йому обурювальне періодичне зусилля, яким долаються опору зануренню палі в ґрунт. Вібросанурювачі розподіляють на дві групи: *низькочастотні*, розвиваючі 300...500 коливань в хвилину, і *високочастотні*, розвиваючі 700...1500 коливань в хвилину.

Перша група призначена для занурення великогабаритних елементів значної маси, в основному палі і оболонки. Друга група забезпечує занурення елементів невеликої маси з малим лобовим опором (шпунт, металеві труби, балки). Основною перевагою вібросанурювачів є велика швидкість занурення, зручність управління, забезпечення схоронності занурювальних елементів, в тому числі тонкостінних залізобетонних оболонки великої довжини.

Вібросанурювачі складаються з електродвигуна, збудника і наголовника. В окремих випадках, коли дебаланси встановлюють на валу електродвигуна, електродвигун і збудники поєднуються в одному агрегаті.

Головним параметром вібросанурювачів є встановлена потужність електродвигунів; крім того, вібросанурювачі характеризуються такими параметрами: обурювальною силою, моментом дебалансів, частотою коливань і масою.

До недоліків вібросанурювачів відносяться обмежена область застосування і порівняно невеликий термін служби електродвигунів через шкідливий вплив вібрації, отрудливість застосування в зв'язкових і щільних маловологих ґрунтах.

ЛЕКЦІЯ 7 МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ І ТРАНСПОРТУВАННЯ БЕТОНІВ І РОЗЧИНІВ

7.1 Типи бетонозмішувачів циклічної і безперервної дії

Приготування бетонів та розчинів полягає в дозуванні компонентів і їхньому перемішуванні. Дозування компонентів здійснюється дозаторами, а перемішування – змішувальними машинами.

Дозатори. За принципом роботи дозатори розподіляються на *циклічні і безперервної дії*. Циклічні дозатори відміряють задану масу або обсяг порції матеріалу, що завантажується в мірний бункер, і після розвантаження повторюють цикл. Дозатори безперервної дії видають безперервним потоком матеріал із заданим значенням продуктивності.

За методом дозування матеріалів дозатори розподіляють на *об'ємні, вагові та об'ємно-вагові*. Об'ємні дозатори сипких матеріалів прості за конструкцією, але вони поступаються ваговим за точністю дозування. Об'ємні дозатори рідини забезпечують більш точне дозування, так як щільність рідин за постійної температури змінюється незначно. Об'ємні дозатори сипких матеріалів застосовуються в змішувальних установках невеликої продуктивності, а об'ємні дозатори рідин – більш широко. Вагові дозатори забезпечують високу точність дозування сипких та рідких матеріалів і, не дивлячись на їхню складність і підвищену вартість, вони широко застосовуються у всіх сучасних змішувальних установках різної продуктивності. Об'ємно-вагові дозатори забезпечують дозування одного компонента за обсягом з дотриманням сумарною маси двох компонентів і застосовують їх в установках для приготування бетонної суміші з пористими заповнювачами (керамзитом).

За способом управління дозатори бувають з *ручним, напівавтоматичним дистанційним і автоматичним управлінням*.

Бетонозмішувачі. Їх застосовують для приготування бетонної суміші. Змішувальні машини класифікують за такими основними ознаками: *умовам експлуатації, режиму роботи і способу змішування*.

За умовами експлуатації змішувальні машини бувають *пересувними і стаціонарними*. Перші застосовують на розосереджених об'єктах під час виконання невеликих обсягів робіт і ремонтних роботах, другі – на бетонних і розчинних заводах і в установках середньої і великої продуктивності.

За режимом роботи змішувальні машини бувають *циклічної і безперервної дії*. У змішувальних машинах циклічної дії приготування суміші полягає в завантаженні, перемішуванні і вивантаженні готового замісу. У змішувальних машинах безперервного дії компоненти бетонної суміші або розчину завантажуються безперервним потоком за допомогою стрічкових живильників або стрічкових конвеєрів. Готова суміш безперервно надходить в транспортні засоби. Головним параметром змішувачів безперервної дії є продуктивність ($\text{м}^3/\text{год}$). Змішувачі безперервної дії широко використовують для приготування бетонів або розчинів однакового складу, коли немає необхідності часто переналагоджувати дозатори.

За способом змішування розрізняють бетонозмішувачі *гравітаційні і примусового змішування*, а розчинозмішувачі – тільки *примусового змішування*. У гравітаційних бетонозмішувачах робочими органами є барабани, що обертаються, на внутрішніх поверхнях яких закріплені лопаті.

У змішувачах примусової дії завантажені матеріали змішуються за допомогою обертових лопатей. Змішувальна ємність може бути ночноподібної форми з горизонтальним розташуванням лопатевих валів, чашоподібною з вертикальним лопатевим валом і у вигляді бака з вертикальним швидкообертаючим ротором.

Стандартом передбачено дев'ять типорозмірів бетонозмішувачів періодичної дії з вільним перемішуванням з об'ємом готового замісу: 65, 165, 330, 500, 800, 1 000, 1 600, 2 000 і 3 000 л. Вони виконуються з перекидним барабаном грушоподібною форми, з двоконусним барабаном, що нахиляється, і з циліндричним неперекидним барабаном. Бетонозмішувачі з об'ємом готового замісу 65...330 л випускаються *пересувними*, а понад – *стаціонарними*.

Пересувні гравітаційні бетонозмішувачі використовують для приготування бетонної суміші з розміром заповнювача до 70 мм під час виконання невеликих обсягів робіт.

У бетонозмішувачах з барабанами, що нахиляються, відбувається більш ефективно перемішування компонентів, ніж в циліндричних барабанах з горизонтальною віссю обертання. Вивантаження готової суміші зі змішувальних барабанів такого типу проводиться в короткий термін струменем великого перерізу (укрупненим об'ємом), що сприяє збереженню досягнутої однорідності суміші.

Стандартом передбачається вісім типорозмірів бетонозмішувачів періодичної дії з примусовим перемішуванням обсягів готового замісу 65, 165, 330, 500, 800, 1 000, 2 000 і 3 000 л.

Бетонозмішувачі безперервної дії з примусовим перемішуванням застосовуються для приготування жорстких і рухливих сумішей з розміром заповнювача 40 мм і будівельних розчинів.

У гравітаційних бетонозмішувачах безперервної дії обертовий барабан являє собою циліндр, що спирається на ролики. Матеріали з дозаторів надходять в барабан безперервно, а в іншому кінці його відбувається безперервне видавання готової суміші.

Розчинозмішувачі. Розчинозмішувачі призначені для приготування цементних, вапняних, гіпсових, шлакових і складних розчинів під час виконання мурування, штукатурних, облицювальних та ізоляційних робіт. За конструкцією – це перемішувальні машини періодичної дії з силовим впливом робочого органу (лопаті) на оброблювану середу; форма і розташування лопатей залежать від одержуваного матеріалу.

Розрізняють лопатеві змішувачі з *горизонтальним, вертикальним лопатевим валом і турбулентні*. У перших лопаті під час обертання перемішують весь обсяг матеріалів, що змішуються, їх застосовують для приготування мурування і штукатурних розчинів. У турбулентних змішувачах потоки змішувальної маси створюються ротором, діаметр якого в 2...2,5 рази менше

діаметра змішувальної ємності, а частота обертання ротора у 10...15 разів вище частоти обертання валів звичайних лопатевих змішувачів. Внаслідок цього в змішувальній масі виникають відцентрові сили, що створюють інтенсивні потоки, завдяки яким приходить в рух весь обсяг змішувальних матеріалів.

Пересувні розчинозмішувачі мають обсяг готового замісу 30, 65, 125 і 250 л, а стаціонарні – 400, 800 і 1 200 л. Останніми комплектуються автоматизовані розчинні вузли та заводи. Розчинозмішувачі з об'ємом готового замісу 30 і 65 л встановлюються безпосередньо на місці виконання робіт й вони не мають завантажувальних і дозуючих пристроїв.

Бетонні заводи. За тривалістю дії в зоні обслуговування розподіляються на *стаціонарні, напівстаціонарні і пересувні*. Стаціонарні бетонні заводи випускають готову бетонну суміш, суху суміш, бетонні та залізобетонні вироби. Вони оснащені обладнанням, що забезпечує їхню цілорічну роботу. Напівстаціонарні бетонні заводи призначені для обслуговування головним чином одного будівельного об'єкта, і за необхідності їх можна переміщати з місця на місце в міру завершення будівництва. Пересувні бетонні заводи діють на одному місці зазвичай один будівельний сезон. Вони мають мобільне обладнання, що забезпечує можливість швидкого їхнього переміщення з проведенням демонтажу і монтажу з мінімальними витратами часу і коштів. За типом основного обладнання бетонні заводи розподіляються на заводи *циклічної і безперервної дії*.

За призначенням заводи бувають із *закінченим, розчленованим і комбінованим технологічними циклами*. Продукцією заводів із закінченим циклом є готова суміш, розчленованим – суха суміш, комбінованим – готова і суха суміші. За компонуванням основного обладнання розрізняють два типи заводів:

– *баштового типу*, обладнані по вертикальній схемі, за якої всі компоненти суміші подаються в розподільні пристрої, розташовані у верхній частині вежі, і перемішуються гравітаційно, тобто під дією власної сили тяжіння;

– *партерного типу* з обладнанням за дво- або триступеневою схемою, у разі якої компоненти суміші послідовно піднімають два або три рази; заводи партерного типу розподілені на дві (три) частини – в першій приймаються і дозуються компоненти, у другій (третій) вони перемішуються в змішувачах і вивантажуються в транспортні засоби.

За системою управління розрізняють заводи з *безпосереднім управлінням з пульта, з дистанційним автоматизованим управлінням і заводи-автомати*.

7.2 Машини для транспортування бетонних сумішей і розчинів

Доставлення бетонної суміші і розчинів на будівельний об'єкт здійснюється автотранспортом. Широко використовують спеціальні машини – автобетоновози і автобетонозмішувачі, якими в умовах помірною клімату за температури навколишнього повітря ± 40 °С здійснюється перевезення в радіусі до 30 км.

Автобетоновози. Автобетоновози представляють собою утеплену теплоізоляцією ємність з кришкою, яка щільно закривається, встановлену за допомо-

гою підрамника на шасі автомобіля. Форма ємності сприяє вивантаженню бетонної суміші з найменшим залишком. Місткість ємностей автобетоновозів 1,6 і 4 м³ знаходиться в залежності від базового шасі автомобіля.

Авторозчиновози. Доставлення й порційне видавання будівельних розчинів в умовах помірного клімату здійснюються за температури навколишнього повітря не нижче ніж - 5 °С авторозчиновозами. В останніх утеплена ємність у вигляді циліндра розташована горизонтально і у верхній її частині є відкидні двостулкові кришки, через які проводиться завантаження. У нижній частині розташовано розвантажувальний отвір, що перекривається шиберним затвором-відсікачем, що дозволяє видавати розчин порціями. У середині ємності розташований лопатевої вал – спонукач розчину. Залежно від шасі автомобіля місткість авторозчиновозів 2,5 і 3 м³.

Автобетонозмішувачі. Ці машини призначені для доставлення віддозованих компонентів бетонної суміші, приготування рухомої та малорухомої бетонної суміші під час перевезення або після прибуття на будівельний об'єкт, доставлення готової бетонної суміші і видавання її споживачеві. Автобетонозмішувачі можуть завантажуватися: сухою сумішшю з попередньо висушених наповнювачів, сухою сумішшю пошарово з наповнювачів природної вологості, сухою перемішаною сумішшю також з наповнювачів природної вологості, змоченою, частково перемішаною сумішшю і готовою бетонною сумішшю.

Автобетонозмішувач гравітаційний реверсивний встановлений на шасі автомобіля. Привід змішувального барабана – механічний, здійснюється від автономного двигуна внутрішнього згорання.

Автобетонозмішувач завантажується через люк змішувального відділення з накопичувачем, що спирається на стояки. Після закінчення вивантаження барабану повідомляють максимальне число обертів прямого ходу і подають воду, що залишилася для промивання. Вода надходить як через лійку, так і через отвір в цапфі барабана. Після закінчення промивання воду за зворотного обертання барабана видаляють з бетонозмішувача. Місткість автобетонозмішувача залежить від шасі автомобіля і становить 2,6; 4,0; 7,0 м³.

Бетононасоси призначені для подавання по трубопроводах (бетоноводах) бетонних сумішей до місця укладання під час будівництва споруд з монолітного бетону та залізобетону.

Вони відносяться до об'ємним насосів, так як їхня робота заснована на принципі витіснення, що полягає в створенні системи із змінним обсягом. Якщо цей обсяг заповнити перекачувальною сумішшю, а потім його зменшити, то суміш буде витіснятися в напірний трубопровід.

Бетононасоси можна розподілити за:

- *характером роботи* – з безперервним подаванням (шланговий) і з періодичним подаванням (поршневий) суміші;
- *типом приводу* – з механічним і гідравлічним приводом;
- *кількістю бетонотранспортних циліндрів* – одно- і двоциліндрові;
- *виконанням* – стаціонарні, причіпні і мобільні (автобетононасоси).

Головними параметрами бетононасосів є продуктивність, дальність і висота подавання бетонної суміші.

До переваг бетононасосів можна віднести: знижена витрата енергії внаслідок рівномірності руху бетонної суміші; просте виконання гідроприводу; можливість прокачування бетонних сумішей з легкими інертними наповнювачами; незмінний перетин шланга сприяє кращому перекачуванню, так як відсутні різкі перепади тиску, бетононасос простий в обслуговуванні і експлуатації.

Однак бетононасоси цього типу мають недоліки: зокрема, дуже високі вимоги до складів і рухливості перекачувальних бетонних сумішей; невеликий тиск, що розвивається бетононасосом, що обмежує дальність подавання; незначний термін служби гнучкого шланга, що знаходиться всередині робочої камери бетононасоса. Замінювати гнучкий шланг, як показує практика, необхідно після перекачування 2 000...3 000 м³ бетонної суміші.

В останні роки широке застосування отримали бетоноводи у вигляді розподільних стріл, що полегшують подавання бетону до місця укладання. Стріла служить опорою для бетоноводу і кінцевого роздаткового шланга.

Стріли бувають *збірними, телескопічними і шарнірно-зчленованими*. Останні найдорожчі у виробництві, але найбільш прості в монтажі на будівельному майданчику і маневрені. Ланки стріл можуть розкладатися під різними кутами, що дозволяє без перемонтування бетоноводу направляти кінцевий шланг в будь-яку точку в межах довжини стріли. Автобетононасос зі стрілою обладнується додатковими опорами, які збільшують стійкість машини. Опори розподіляються на *виносні*, розташовані приблизно в центрі тяжиння машини у опорної частини стріли, і *нерухомі*, що знаходяться біля задньої осі машини.

Стаціонарні бетононасоси встановлюють на санчата для пересування на незначну відстань в межах будівельного об'єкта. Їх застосовують на великих будівельних об'єктах або на заводах залізобетонних конструкцій (з бетоноводом великого діаметра – 150 і 180 мм).

Причіпні бетононасоси монтують на одновісному причепі; двовісному причепі зі зближеними осями, розташованими під центром тяжиння машини; двовісні причепі з передньої поворотною віссю. Одновісний причіп є найбільш простим транспортним засобом і призначений для пересування в межах будівельного майданчика або будівельного об'єкта.

Автобетононасоси монтуються на шасі автомобіля або на спеціальному шасі автомобільного типу. Установлення бетононасосів на автомобільному шасі розширила сферу їхнього застосування. Можливість швидкого перебезування з одного будівельного об'єкта на інший підвищує коефіцієнт використання автобетононасоса.

Після закінчення роботи необхідно ретельно промити насос і бетоноводи водою під тиском, яка виштовхує з бетоноводу залишки суміші. Слід звернути увагу на захист бетонувальної конструкції від води, яка може потрапити з бетоноводу в кінці промивання. Для відведення промивної води разом із залишками бетонної суміші треба мати спеціальну ємність (0,5...0,8 м³).

Розчинонасоси призначені для транспортування по горизонталі й вертикалі будівельних розчинів під час виконання штукатурних робіт, а також робіт по виготовленню стяжки під підлоги та покрівлю. Найбільш поширені

поршневі розчинонасоси. Вони випускаються продуктивністю 1, 2, 4 і 6 м³/год, з найбільшою дальністю подавання по горизонталі до 300 м, по вертикалі – до 100 м. Найбільш перспективною є конструкція поршневого розчинонасоса з безпосереднім впливом поршня на розчин.

Для транспортування розчинів, що не містять твердих включень, раціонально застосовувати гвинтові розчинонасоси, які працюють за тиску 2 МПа і транспортують розчини на відстань до 50 м по горизонталі і до 25 м по вертикалі. Штукатурний розчин транспортується по гумових шлангах діаметром 50 мм з одним або декількома кордовими шарами. Шланги прокладають від насоса до місця виконання робіт по прорізах сходових кліток.

Під час влаштуванні стяжок під підлоги та покрівлю до місця укладання подають жорсткі розчинні суміші з пневматичних розчинонагнітачів, в яких бак через завантажувальну воронку заповнюють піском, цементом і водою.

У пневматичних розчинонагнітачах немає клапанів і поршнів з кривошипно-шатунними механізмами, що забезпечує високу надійність їхньої роботи. Однак необхідність застосування компресора підвищує вартість їхньої експлуатації. Наявність колісного ходу дає можливість швидкого перевезення його на причепі автомобіля. Пневматичні розчинонагнітачі можуть подавати до 2,5 м³/год жорсткої суміші на відстань до 40 м по вертикалі і до 150 м – по горизонталі, з витратою стиснутого повітря 2,5 м³/хв.

7.3 Машини для укладання бетону та оброблення його поверхні

Під час укладання та розподіленні бетонної суміші по блоку бетонування, як правило, прагнуть використовувати засоби її подавання. Під час подавання бетонної суміші застосовують такі способи: *краново-бункерний, трубний, гравітаційний, віброгравітаційний і конвеєрний.*

Поворотні і неповоротні бункера. Їх застосовують під час краново-бункерному способі подавання бетону. Поворотний бункер – зварна металева ємність з затвором і рукояткою для його відкривання і закривання, завантажується бетоном в горизонтальному положенні. Під час підймання краном він займає вертикальне положення, переміщається до місця укладання і під час відкривання затвора розвантажується. Такі бункера широко використовують на будівельних об'єктах. Неповоротний бункер – ємність з затвором, але подається під завантаження в вертикальному положенні і після переміщення вивантажується відкриванням затвора. Їх застосовують на заводах залізобетонних виробів. Місткість бункерів 0,5...2,0 м³. За краново-бункерному способі подавання кожний наступний бункер вивантажують поруч з місцем вивантаження попереднього, орієнтуючись на отримання заданої висоти шару після розрівнювання.

Бетоноводи і жолоби. Бетонна суміш розподіляється зміненням їхнього місця розташування. Так як на кінці бетоноводу є гнучкий гумотканинний рукав, то, змінюючи його місце розташування, забезпечують рівномірне розподілення бетону по блоку бетонування.

Лотки, ланкові хоботи, віброхоботи. Якщо на будівельному об'єкті рівень під'їзних шляхів значно перевищує рівень блоків бетонування,

застосовують гравітаційне або віброгравітаційне подавання, тобто подавання бетонної суміші і її вібрацію. Перевагами гравітаційного подавання є низька собівартість і висока продуктивність з найменшою витратою енергії. Недолік – можливість розшарування бетонної суміші під час ковзання по похилій площині і вертикальному падінні за відсутності заходів, покликаних унеможливити виникнення цього шкідливого явища. Під час спускання з висоти до 10 м застосовують ланкові хоботи з довжиною ланок 0,6...1,0 м і діаметром прохідного отвору 300 мм.

Самохідні стрічкові бетоноукладальники виконують комплекс робіт, включаючи приймання бетонної суміші з транспортних засобів, в тому числі і самоскидів, подавання до місця укладання і її пошарове розподілення. Вони застосовуються під час бетонування монолітних конструкцій, розташованих як вище, так і нижче нульової позначки, і мають продуктивність 30...100 м³ бетонної суміші в зміну.

Малогабаритні бульдозери. Такі бульдозери з навісним комплектом підвісних глибинних віброзбуджувачів застосовують під час бетонування великих блоків. Вони забезпечують розподіл бетонної суміші з одночасним її ущільненням. При цьому зберігаються властивості і показники бетонної суміші, отримані нею в бетонозмішувачі. На всьому шляху проходження суміші від бетонозмішувача до місця укладання слід уникати перевантажень, так як за кожного перевантаження порушується однорідність суміші.

7.4 Устаткування для ущільнення бетонної суміші

Під час укладання бетонну суміш розрівнюють і ущільнюють. Ущільнення проводиться впливом зовнішніх сил за допомогою *вібрації, трамбування, укочування, пресування, вакуумування або їх поєднанням.*

Віброзбуджувач. Їх застосовують для вібрування бетонної суміші. Віброзбуджувач – це механізм для збудження механічних коливань, застосовуваний самостійно або як складальна одиниця машин, що працюють за допомогою вібрації. В умовах будівництва застосовуються переносні віброзбуджувачі для зовнішнього і глибинного вібрування, а на заводах залізобетонних конструкцій – стаціонарні вібромайданчики. Механічні коливання в віброзбуджувачі створюються двома способами: обертанням закріпленої на валу неврівноваженої маси або спрямованим зворотно-поступальним переміщенням маси.

Віброзбуджувач можна класифікувати за типом приводу на *електричні, пневматичні, гідравлічні і з двигуном внутрішнього згорання*; за умовами роботи – на *переносні і стаціонарні* (як складальна одиниця, вбудована в машину, робота якої заснована на використанні вібрації); за способом передавання коливань – на *поверхневі і глибинні*; за характером порушуваних коливань – на *відцентрові і зворотно-поступальні.*

Відцентрові віброзбуджувачі розподіляють на дебалансні і планетарні з круговою, а дебалансні і з прямолінійно спрямованою змушувальною силою. Зовнішні віброзбуджувачі розподіляються на *поверхневі і навісні.* За конструктивним виконанням вони однакові, але перші відрізняються наявністю

майданчика або рейки. Поверхневі вібробуджувачі застосовуються для бетонування дорожніх покриттів, підлог, у разі їхнього підготування під настилення, плит переkritтів будівель і в інших випадках, коли є значна площа бетонної суміші незначної товщини. Коливання в них через робочі органи (майданчик або рейку) передаються шару бетонної суміші. Навісні вібробуджувачі призначені для ущільнення бетонної суміші в опалубці або формі за допомогою жорсткого кріплення на них. Кількість вібробуджувачів і відстань між ними підбирають з урахуванням жорсткості опалубки або форми і властивостей бетонної суміші.

Найбільшого поширення в будівництві серед зовнішніх вібробуджувачів отримали з приводом від електродвигуна, звані відцентровими електромеханічними вібробуджувачами. Вони випускаються двох типів: з круговими коливаннями за паралельного руху осі вібробуджувача і з спрямованими коливаннями.

Під час використання невеликих потужностей раціонально застосовувати електромагнітні вібробуджувачі. Вони складаються з котушки з сердечником і якоря, пружно закріпленого на стояках пружинами. Під час подавання струму на котушку відбувається пряме перетворення електромагнітної енергії в механічну з зворотно-поступальним рухом.

Глибинні вібробуджувачі. Їх застосовують для ущільнення бетонних сумішей під час укладання в монолітні і масивні будівельні конструкції з різним ступенем армування (блоки, фундаменти, пазухи), а також під час виготовлення залізобетонних виробів (ферм, колон, балок). Ущільнення здійснюється шляхом занурення їх в масу бетонної суміші. Ці вібробуджувачі розподіляються на ручні і підвісні, підвішуються на гаку вантажопідіймального пристрою. За типом відцентрового механізму вони розподіляються на *дебалансні і фрикційно-планетарні*. Для приводу вібробуджувачів застосовують електричні, пневматичні, гідравлічні двигуни і двигуни внутрішнього згорання. Радіус ефективної дії глибинних вібробуджувачів в бетонної суміші збільшується з ростом амплітуди в діапазоні від 0 до 3,5 мм за постійної частоти вібрації. Збільшення діаметра корпусу вібробуджувача призводить до збільшення радіусу ефективної дії. Бетонна суміш на дрібному заповнювачі краще ущільнюється на більш високих частотах і менших амплітудах коливань. Під час збільшення крупності заповнювача доцільно збільшення амплітуди коливань.

Для ущільнення дуже великих обсягів бетонної суміші в монолітних спорудах під час будівництва великих гідроелектростанцій застосовуються підвісні глибинні вібробуджувачі підвищеної потужності і продуктивності. Вони складаються з фрикційно-планетарного механізму і прибудованого асинхронного електродвигуна. На деяких з них до нижньої частини корпусу приварюють лопаті, розташовані асиметрично в поздовжньо-радіальних перетинах корпусу, що призводить до підвищення продуктивності внаслідок збільшення поверхні, що передає вібрацію бетонної суміші. Такі вібробуджувачі підвішуються на кран, кран-балку або трактор. Їхне

застосування виключає безпосередній контакт оператора з вібробудувачем, позбавляє бетонників від важкої ручної праці.

Під час виготовлення бетонних і залізо-бетонних виробів в заводських умовах широко застосовуються вібраційні майданчики і формувальні установки, в яких однією з основних складальних одиниць є вібробудувач. Конструктивно вібраційна площадка має один або кілька столів, на яких встановлюється заповнена бетонною сумішшю форма для подальшої вібрації.

ЛЕКЦІЯ 8 РУЧНІ МАШИНИ

8.1 Класифікація ручних машин

Ручними машинами називають машини, у яких головний рух (рух робочого органу) проводиться двигуном, а допоміжний (подавання) і управління виконуються безпосереднім впливом оператора вручну. Ці машини, як правило, мають вбудований в корпус двигун, їхня маса частково або повністю сприймається оператором.

За принципом дії ручні машини розподіляються на *безперервно-силові* і *імпульсно-силові*. До перших відносяться машини з безперервно обертальним робочим органом (свердлильні, шліфувальні машини, дискові пилки). До других відносяться машини, у яких передавання енергії приводу на оброблюваний об'єкт здійснюється в переривчасто-імпульсному режимі – ударному (молотки, перфоратори, вирубні ножиці) і безударному – ножові ножиці. Машини ударної дії можуть працювати в суто *ударному* (молотки, бетоноломи, трамбування), *ударно-поворотному* (перфоратори) або *ударно-обертальному* (гайковерти) режимах.

За характером руху робочого органу розрізняють ручні машини з *обертотним, поворотним і складним рухом робочого органу*. До ручних машин з обертотним рухом робочого органу відносять машини з *круговим* (дискові пилки, свердлильні машини, борознороби) рухом робочого органу і рухом *по замкнутому контуру* (ланцюгові і стрічкові пилки, довбальник, стрічкові шліфувальні машини). До ручних машин з зворотним рухом робочого органу відносять машини зі *зворотно-поступальним* (ножиці, напилки, лобзики), *коливальним* (збудники) рухом робочого органу, а також машини *ударної дії* (трамбування, молотки, пневмопробійники). До ручних машин зі складним рухом робочого органу належать машини *ударно-поворотної* і *ударно-обертальної дії* і машини зі *спеціальним рухом* робочого органу, яке не відповідає наведеним раніше характеристикам (спеціальні типи шліфувальних і полірувальних машин).

За режимом роботи ручні машини розподіляються на машини *легкого, середнього, важкого і надважкого режимів*. У легкому режимі працюють свердлильні машини, в надважкій – всі типи ручних машин ударної дії (молотки, ломи, перфоратори). Ручні машини можуть бути реверсивними і неревверсивними, одно- і багатошвидкісними із ступінчастим регулюванням швидкості руху робочого органу. До групи багаторежимних машин входять багатошвидкісні ударно-обертальні свердлильні машини, що мають ступеневе і безступеневе регулювання частоти обертання, а також перфоратори, що працюють в ударному, ударно-поворотному і обертальному режимах.

За призначенням і області застосування ручні машини розподіляються на машини *загального застосування*, призначені для оброблення різних матеріалів, машини для оброблення металів, дерева, пластмас, каменю і бетону, машини для робіт по ґрунту і машини для складальних робіт. Особливу групу складають універсальні машини з комплектом насадок. Такі машини під час виконання певних робіт замінюють кілька ручних машин. За видом приводу

ручні машини розподіляються на машини з *електричним, пневматичним, гідравлічним приводом і з приводом від двигуна внутрішнього згорання.*

За способом перетворення енергії, що підводиться, ручні електричні машини ударної дії розподіляють на *механічні та фуганкові.* У механічних машинах між двигуном і робочим органом є проміжний перетворювальний механізм. У фуганкових машинах цього механізму немає.

8.2 Ручні машини для свердління отворів

Ручні свердлильні машини. Ними виконуються глухі і наскрізні отвори в найрізноманітніших матеріалах (металі, дереві, пластмасі, бетоні, камені, цеглі), вони є базовими для універсальних ручних машин, ними можна зенкувати і розгортати отвори і застосовувати для складальних робіт. Відповідно до загальної класифікації свердлильні ручні машини відносяться до безперервно-силових машин з обертовим рухом робочого органу, працюють в легкому режимі, можуть бути *реверсивними і нереверсивними, одно- і багатошвидкісними із ступінчастим, безступінчастим і змішаним регулюванням частоти обертання* робочого органу. Двигуни ручних свердлильних машин – *електричні, пневматичні і гідравлічні.* За класами захисту від ураження струмом електричні машини випускаються всіх трьох класів. По взаємному розташуванню двигуна і робочого органу машини розподіляються на *прямі і кутові.* Кутові машини застосовуються для роботи у важкодоступних місцях. Промисловість випускає свердлильні машини для найбільших діаметрів свердел 6, 8, 10, 13, 23 і 32 мм.

Свердління – один з найбільш поширених способів отримання глухих і наскрізних циліндричних отворів в різних матеріалах. Процес свердління відбувається у разі вчинення двох спільних рухів робочого органу (свердла) *обертальним, створюваним двигуном машини, і поступальним, здійснюваним оператором вручну.*

Основними складальними одиницями ручної свердлильної машини є: *двигун, редуктор, пусковий пристрій, укладені в корпус.*

Ручні перфатори. Вони використовуються головним чином для утворення отворів різних діаметрів і глибини в матеріалах різної міцності. Поряд з цим деякі моделі можуть використовуватися для роботи в режимі молотка і свердлильної машини. Така універсальність використання визначає досить високий попит і ефективність застосування перфаторів. Відповідно до прийнятої класифікації перфатори є імпульсно-силовими машинами зі складним рухом робочого органу – бура.

Принцип роботи перфатора обумовлений наявністю двох механізмів – ударного і механізму обертання, які і забезпечують складний рух робочого органу. У деяких конструкціях перфаторів ці механізми суміщені. Енергія, що підводиться до робочого органу, перетворюється в ударні імпульси. За досить малий проміжок часу, відповідний часу удару, робочий орган отримує величезну силу, що дозволяє йому подолати межу пружності або міцності оброблюваного матеріалу. Основними параметрами перфаторів є енергія і частота ударів.

За призначенням перфторатори розподіляють на машини для утворення неглибоких отворів (300...500 мм) в матеріалах з відносно високою міцністю (40...50 МПа) і потужні машини для утворення глибоких отворів (2 000...4 000 мм і більше) в матеріалах практично будь-якої міцності (200 МПа і більше).

За типом приводу перфторатори розподіляються на машини з електричним (електромагнітним і електромеханічним), пневматичним приводом і від двигуна внутрішнього згоряння.

Електромагнітні перфторатори є універсальними машинами і можуть працювати в *суто ударному, ударно-поворотному і обертальному режимах*. Вони складаються з двох вузлів – електромагнітного ударного вузла з вільним вибігом бойка і механізму обертання робочого інструмента, що включає електродвигун і редуктор. Принцип роботи ударного вузла електромагнітного перфторатора заснований на безпосередньому перетворенні електричної енергії в кінетичну енергію прямолінійного руху бойка. Характерною особливістю таких машин є перериване перетворення електричної енергії в кінетичну енергію бойка і наявність робочого і холостого (зворотного) ходу за час одного робочого циклу. Ударний вузол складається з котушок (соленоїдів), сталевих бойка, переміщуваного у втулці за рахунок електромагнітних сил за поперемінного живлення струмом котушок. За робочого ходу бойок наносить удар по хвостовику робочого органу, а за зворотного (холостому) – вдаряється в підпружинений буфер, що захищає корпус перфторатора від вібрації. Механізм обертання робочого інструмента відрізняється від механізму обертання електромеханічного перфторатора наявністю самостійного електродвигуна з редуктором.

Пневматичні перфторатори. В ударних механізмах пневматичних перфтораторів бойок здійснює зворотно-поступальний рух, завдаючи в кінці робочого ходу удар по хвостовику робочого органу. Для обертання бури застосовується динамічний поворотний механізм з використанням частини кінетичної енергії рухомого бойка. У пневматичних перфтораторах є пусковий і повітродозподільний пристрій, що забезпечують пуск, роботу і автоматичний перехід на холостий хід.

Робочі інструменти. Вони призначені для виконання великої кількості операцій у разі промислового і побутового застосування універсальних перфтораторів і мають такі виконання і сполучення з механізмом, за яких електроперфторатор автоматично налаштовується на режим, відповідний призначенням інструменту. Тому універсальний електроперфторатор не ускладнюється різними перемикаючими пристроями, що істотно спрощує експлуатацію, дозволяє швидко опанувати машиною, забезпечує високопродуктивну роботу оператора.

Використання відповідних робочих інструментів дає можливість виконання різних операцій по рубанню та довбанню дерева, клепанню заклепок і рубанню листового металу. Під час свердління отворів в цеглі, камені і бетоні основним робочим органом перфторатора є бур, що представляє собою сталевий стрижень, що складається з коронки, штанги, буртика і хвостовика.

Бури бувають *суцільні і складові*. У суцільних бурів кінець штанги загартований або армований твердим сплавом, у складових – на кінці бура закріплюється знімна коронка. Штанги і коронки виготовляються з різних сталей, відповідних необхідним режимам роботи. Штанга бура з'єднується з коронкою за допомогою різьблення або самогальмувального клина у вигляді конічного отвору з кутом нахилу 30° в коронці і гладкого конуса з таким же кутом нахилу на штанзі. У штангах, використовуваних під час буріння з промиванням або продуванням, є наскрізний канал для подавання води або повітря.

8.3 Ручні машини для руйнування покриттів і ущільнення ґрунту

Молотки та бетоноломи. У будівництві для руйнування асфальтобетонних покриттів, мерзлих ґрунтів, скельних порід, елементів конструкцій з різних будівельних матеріалів (каменю, цегли, бетону), пробивання отворів у стінах і перекриттях, виконання різних робіт під час монтажу конструкцій та інших підсобних операцій застосовують молотки і бетоноломи. Принципово це один тип машин, в яких на робочий орган діють спрямовані уздовж його осі силові імпульси, що відрізняються величиною енергії удару, яка у ломів значно більше, ніж у молотка. Так, енергія удару електричних молотків становить 2,0; 4,0; 10,0; 25,0 Дж, а електричних ломів – 40 Дж, пневматичних ломів – 90 Дж. Ломи мають велику масу, ніж молотки. Робочий орган лома (піка або лопата) спрямований завжди вниз, а поздовжня вісь машини займає положення, близьке до вертикального. Під час роботи з молотками їх поздовжня вісь і відповідно робочий орган (піка або зубило) можуть займати будь-яке положення в просторі (вертикальне, горизонтальне, похиле). Перераховані машини є імпульсно-силовими ручними машинами зі зворотним рухом робочого органу, які працюють у важкому і надважкій режимах. Їхніми основними параметрами є енергія і частота ударів. Вони можуть бути з електричним (електромеханічним і електромагнітним), пневматичним приводом і з приводом від двигуна внутрішнього згорання. У них немає механізмів обертання робочого органу, що істотно спростило їх конструкцію. Пневматичні машини значно легше електричних, мають більшу енергією удару.

Ручні трамбівки. Для ущільнення ґрунту і інших матеріалів під час виконання розосереджених робіт у важкодоступних і обмежених умовах застосовують ручні трамбівки, в яких використовується ударний механізм пружинної дії. Це імпульсно-силова машина. Основними параметрами її є енергія і частота ударів. В якості приводу використовується асинхронний трифазний короткозамкнений електродвигун змінного струму нормальної частоти. До мережі підключається через захисно-відключає пристрій. За його відсутності слід працювати із застосуванням індивідуальних засобів захисту (діелектричні рукавички, калоші).

Ефект роботи машини для ущільнення ґрунтів залежить від товщини ущільненого шару, вибір якої залежить від необхідного ступеня ущільнення ґрунту, типу і параметрів ущільнюючих машин. За надмірно великих товщинах шарів необхідні щільності ґрунтів не досягаються. За занадто малих товщинах шарів знижується продуктивність і зростає вартість.

Пневматичні пробійники. Для механізації проходження в ґрунті наскрізних, глухих, горизонтальних, похилих, вертикальних свердловин діаметром 90...250 мм застосовують пневматичні пробійники, які є імпульсно-силовими машинами. Діаметр свердловини визначається діаметром розширювачів, що забезпечують можливість за кілька проходів збільшувати діаметр з 90 до 250 мм. Машину використовують також для розпушування злежалих насипних матеріалів, відбору проб ґрунту під час інженерно-геологічних вишукувань, будівництві дренажу, влаштуванні паль, забивання труб і інших подібних роботах.

Особливо ефективно застосовувати такі машини під час проходження свердловин і забивання труб під шосейними дорогами, автострадами і вулицями, залізничними і трамвайними коліями, злітно-посадочними смугами аеродромів, під час реконструкції підземних комунікацій на територіях заводів, фабрик, шахт та інших підприємств, між тунелями і треками, під час пробиття глухих свердловин різного призначення. Робота машини за низької температури (близькою до 0 °С) і високої вологості повітря через обмерзання внутрішніх порожнин ударного вузла може бути утруднена. За необхідності виконання робіт в таких умовах застосовують спеціальні мастила. Пневматичний пробійник не можна застосовувати для роботи в скельних і мерзлих ґрунтах, а також в ґрунтах, що мають тверді включення у вигляді залишків будівельних конструкцій, фундаментів тощо.

Пробійник працює від пересувного компресора з подаванням 3...5 м³/хв і робочим тиском 0,6 МПа. Перед початком роботи вибирається траса, на початку і наприкінці якої вириваються вхідний і приймальний приямки. Для запобігання мимовільного обертання патрубків шланг від компресора укладають змійкою і заневолюють.

Швидкість проходження свердловини 5...40 п.м/год в залежності від категорії ґрунту. Умови експлуатації пробійника – відсутність доступу до машини, наявність сторонніх включень в ґрунті, що представляють для неї непереборні перешкоди – пред'являють особливі вимоги до управління і надійності машини.

8.4 Ручні машини для шліфування, різання й стругання матеріалів

Шліфувальні машини. Відповідно до загальної класифікації ручні шліфувальні машини відносяться до безперервно-силових і можуть бути з *обертальним, замкнутим і складним рухом робочого органу*. Вони є машинами загального застосування і випускаються з пневматичними і електричними двигунами всіх трьох класів захисту від ураження електричним струмом. За конструктивним виконанням шліфувальні машини з обертальним рухом робочого органу можуть бути *прямими, кутовими, торцевими і з гнучким валом*, машини із замкнутим рухом – *барабанного типу* і складним – *майданчикового типу*.

В умовах будівельного об'єкту основну масу застосовуваних шліфувальних машин складають прямі і кутові машини і машини з гнучким валом. Останні мають винесений електричний двигун і дві змінні головки – пряму і кутову. Головним параметром прямих і кутових машин і головок є

діаметр абразивного круга. Стандартом встановлені наступні номінальні ряди машин для кругів діаметром: 40, 63, 80, 125 і 160 мм – для прямих і 80, 125, 150, 180 і 230 мм – для кутових.

Ручними електричними і пневматичними машинами зачищають поверхні зварювальних швів, знімають грат після газового різання металу і труб, ріжуть труби і профільний метал з вуглецевих і легованих сталей, знімають фаски під зварювання листового металу і труб, видаляють наплави на металі, шліфують металеві вироби, а також мармур, граніт, зачищають ступені сходових маршів.

Ефективність роботи шліфувальних машин у великій мірі залежить від режиму роботи, міцності і зносостійкості робочого органу.

Шліфувальні круги. Вони характеризуються: абразивним матеріалом – штучними і природними кристалами, зерна яких після подрібнення володіють достатньою твердістю і міцністю. Вони обробляють матеріал дряпальністю, скоблінням або стиранням; зернистістю – розміром зерен основної фракції абразивного матеріалу. Чим вище вимоги до чистоти і точності оброблення і чим більше твердість оброблюваного матеріалу, тим більше дрібнозернистим повинен бути шліфувальний круг; зв'язкою – матеріалом, що слугує для скріплення зерен кіл і утримання їх від викришування під час роботи. Якість зв'язки визначає твердість і міцність круга. Промисловість випускає круги з керамічною, бакелітовою та вулканітовою зв'язкою. Круги з керамічною зв'язкою мають високу міцність і зносостійкість, не жирніють і легко ріжуть метал. Але вони чутливі до ударних і згинаючих навантажень і не застосовуються для роботи зі швидкістю понад 35 м/с. Круги з бакелітовою зв'язкою мають високу міцність і пружність, що дає можливість виготовляти їх товщиною менше ніж 1 мм і працювати зі швидкістю 75 м/с під час виконання відрізних операцій.

Круги з вулканітовою зв'язкою більш пружні, ніж круги на бакелітовій зв'язці, але непридатні для зняття великих припусків і мають низьку теплостійкість. Для них характерні висока ріжуча здатність, еластичність і плавність в роботі. Допустима окружна швидкість не перевищує 18 м/с; твердістю, тобто здатністю зв'язки чинити опір викришування абразивних зерен з робочої поверхні круга під час шліфування. Поняття твердості абразивного кола не має нічого спільного з твердістю абразивного матеріалу; структурою – процентним співвідношенням обсягу абразивних зерен, зв'язки і пор в масі шліфувального круга. Шліфувальні кола обов'язково піддаються випробуванню на міцність і маркуються на бічній стороні умовними позначеннями, що характеризують їхні основні параметри. Для різання різних матеріалів застосовують армовані відрізні круги. Вони складаються з електрокорунду або карбиду кремнію, бакелітової зв'язки, склосітки і металевої втулки, що забезпечує точне посадження круга на шпиндель машини.

Введення сіток армування дозволило збільшити допустиму окружність швидкість кругів до 80...110 м/с, дало можливість зміцнити їх від зламу за бічних навантажень. Застосування армованих кругів для різання різних матеріалів ручними шліфувальними машинами підвищує їхню продуктивність і розширює сферу застосування. Під час різання розрізальну деталь нерухомо

закріплюють, і оператор, зайнявши стійке положення, рівномірно подає круг на деталь так, щоб площина його обертання була перпендикулярна поверхні, що розрізає. Труби та круглий прокат ріжуть двома методами: врізанням і обкатуванням.

Під час врізання круг лінійно переміщується в площині, перпендикулярній осі труби або прокату, і перерізає весь поперечний переріз. Це можливо тільки для невеликих діаметрів труб або прокату, що залежить від діаметра відрізного круга (його частини, яка виступає за габарити машини). Під час обкатування шліфувальну машину переміщують навколо труби таким чином, щоб круг знаходився весь час в площині, перпендикулярній осі труби. Залежно від товщини стінки різання виконують в один або кілька проходів, що визначається можливою глибиною різання. Існують прості пристосування, що спрощують роботу цим методом. Під час зачищення деталей площину обертання абразивного круга повинна бути під кутом $15...40^\circ$ до оброблюваної поверхні. Оператор під час роботи переміщує машину уздовж оброблюваної поверхні і робить допоміжні кругові рухи. Вибирати шліфувальні круги слід можливо більшого діаметру, допустимого для даної машини, так як вони сприяють полегшенню фізичної праці оператора під час роботи.

Машини для різання матеріалів. Ножиці застосовуються для різання як гладкого, так і гофрованого листового металу, арматури та інших матеріалів. Розрізняють такі типи ручних ножиць: *вирубні, ножові, прорізні, дискові і важелі*, які мають *електричний, пневматичний або гідравлічний привід*. Тип ручних ножиць визначається конструкцією ріжучого інструменту. У ножових ножиць є два ножа, з яких один є рухомим, а інший нерухомим. У вирубних ножиць ріжучим інструментом є пуансон і матриця, а у прорізних – два нерухомих і рухливий ніж, що переміщається між ними. У дискових ножиць ріжучим інструментом є два обертових диска. Найбільшого поширення набули перші два типи ножиць, так як вони придатні для різання металу товщиною до 4 мм, в той час як дискові – тільки до 1 мм.

Машини для розпилювання і стругання матеріалів – пили, рубанки і довбальник – випускаються зазвичай електропривідними.

Дискові пили призначені для поздовжнього й поперечного розпилювання деревини різних порід. Їх також застосовують для виконання в столярних виробках цапф і шипів, для пригону деталей під час монтажу дерев'яних конструкцій і для інших робіт. Основними параметрами цих машин є максимальна глибина пропила, діаметр пильного диска і частота обертання його на холостому ходу. Номінальний ряд дискових пилок по глибині пропила складає 45, 65, 85 і 100 мм, що відповідає діаметрам пилкового диска 125, 160, 200 і 250 мм. Номінальні частоти обертання пилкового диска (хв^{-1}) відповідають: 3 000...4 500 для 125 мм; 2 400...3 600 – для 160 мм; 1900...3 200 для 200 мм і 1 500...2 300 для 250 мм.

Дискові пилки застосовують також для різання мармуру, каменю та інших матеріалів. У цьому випадку замість пилкового диска ставиться абразивний диск. Робочим інструментом дискових пилок є круглий сталевий диск, що має по колу ряд послідовно розташованих зубів.

Ланцюгові довбальники служать для виконання пазів і гнізд в дерев'яних виробках. Робочим інструментом є зубчастий ланцюг, натягнутий між двома напрямними зірочками. Натяг довбального ланцюга регулюється переміщенням направляючої планки за допомогою упорного гвинта. Величина перетину паза, що виходить за один прохід, залежить від розмірів довбального ланцюга. Ширина паза відповідає товщині ланцюга. Для отримання паза більшої ширини допускається застосування многорядного ланцюга з відповідною кількістю зірочок. Довбальний ланцюг являє собою нескінчений шарнірний фрезерний ланцюг, що складається з особливої форми ланок, виготовлених з термічно обробленої сталі. Ланки довбального ланцюга розподіляються на ріжучі і сколювальні. Зовнішні крайні ряди ланцюга складаються з ріжучих ланок, а внутрішні – зі сколюючих. Таким чином, кількість рядів ріжучих ланок завжди дорівнює двом, а число рядів сколюючих ланок залежить від необхідної ширини ланцюга. Для отримання пазів шириною до 16 мм за один прохід застосовують ланцюги з одним рядом сколюючих ланок, а для пазів шириною більше ніж 16 мм кількість рядів сколюючих ланок береться рівним трьом і більше (але завжди непарне).

Робочі інструменти у машин для оброблення дерева мають безліч гострих кромки, що рухаються з високою швидкістю. Тому ці машини особливо небезпечні щодо механічної травми оператора і вимагають застосування спеціальних захисних заходів. Захисні кожухи у пилок і стаціонарних рубанків призначені для закриття робочих органів під час холостого ходу машини. Після закінчення процесу різання вони автоматично повертаються в початкове положення.

8.5 Машини для тинькування

Під час виконання тинькування і облицювальних робіт застосовують машини для приготування розчинів, транспортування їх до місця укладання і нанесення, а також для оброблення тинькувальних поверхонь. Залежно від умов ці машини застосовують окремо, змонтованими на загальній рамі або укомплектованими в технологічній послідовності.

Штукатурні станції. Під час роботи на готовому розчині доцільно застосовувати штукатурні станції, що встановлюються на об'єкті і забезпечують приймання, спонукання, транспортування і нанесення розчину на поверхню. Така станція забезпечує подавання до 4 м³/год штукатурного розчину на відстань до 100 м по вертикалі або до 300 м по горизонталі; вона працює в будь-який час року.

Штукатурні агрегати. За невеликих обсягах для механізації штукатурних робіт під час оброблення внутрішніх приміщень застосовують штукатурні агрегати. Вони призначені для приготування або спонукання готового розчину, завантаження його в приймальний бункер, проціджування, транспортування і нанесення пневматичним розпилювачем на поверхню. Штукатурний агрегат являє собою комплекс пристроїв, змонтованих на ходовій рамі з опорами, що забираються.

Торкретні установки. Для виконання тинькування в приміщеннях, де до штукатурки пред'являються особливі вимоги за водо- і газонепроникністю, жаростійкістю, кислототривкістю, а також підвищеної механічної міцності, застосовують торкретні установки.

Установка має колісний хід і складається з цемент-гармати, компресора, бака для води, гнучких шлангів для матеріалу, води і повітря і сопла. За матеріальним шлангом цемент-гармата стисненим повітрям подає до сопла отдозовану суху суміш, а по шлангу для води – воду. Зволожена в соплі суміш під дією стисненого повітря викидається з нього і з силою вдаряється об покривальну поверхню. В результаті наростає щільний шар спеціальної штукатурки. За робочого тиску стисненого повітря 0,4...0,5 МПа дальність подавання сухої суміші по горизонталі досягає 200 м, по вертикалі до 80 м з продуктивністю 2...4 м³/год по сухій суміші. Торкретні установки застосовують також для закладення раковин і каверн під час виконання бетонних робіт.

Під час виконання звичайної штукатурки після нанесення розчину розпилувачем поверхню розрівнюється вручну. Потім наноситься накривний шар, і поверхня остаточно розрівнюється механізованим способом із застосуванням ручних затиральних машин.

8.6 Машини для малярних робіт

В умовах будівельного об'єкту для приготування з напівфабрикатів, а також транспортування і нанесення клейових і синтетичних шпаклівок, ґрунтовок і фарбувальних сумішей застосовують малярні агрегати і установки, які складаються з комплекту обладнання, розміщеного в технологічній послідовності і забезпечують дозування, переміщення компонентів з подальшим їхнім проціджуванням, транспортуванням і нанесенням на оброблювану поверхню.

Всі вони виготовлені на базі гвинтових насосів і комплектуються стосовно до конкретних умов роботи для певних обсягів і оздоблювальних матеріалів. Нанесення може виконуватися як пневматичними, так і безповітряними розпилувачами за дальності подавання по горизонталі до 80 м, по вертикалі до 50 м і продуктивністю до 400 л/год. Завдана таким чином на поверхню шпаклівка розрівнюється вручну шпателлями і остаточно оброблення виконується шліфувальними машинами.

Пересувні шпаклювальні агрегати. Їх застосовують для поверхового подавання і нанесення на оброблювані поверхні шпаклівок рухливістю від 7 см і більше, а також ґрунтових і водноклейових барвистих складів. Агрегат складається з завантажувального бункера, гвинтового насоса з приводом, напірного рукава, вудки і апаратури управління.

Під час нанесення ґрунтовок і барвистих складів стиснене повітря не застосовують, так як для розпилення досить тиску (2 МПа), що розвивається насосом. Використання в шпаклювальних агрегатах гвинтових насосів забезпечує рівномірне подавання матеріалу до вудки і високу якість оздоблювальних робіт. Шпаклювальні агрегати здійснюють подавання

матеріалів до 60...70 м по горизонталі, до 30...35 м по вертикалі і мають продуктивність до 0,4 м³/год.

Фарбувальні агрегати. Процес фарбування виконується фарбувальними агрегатами, робота яких заснована на розпиленні фарби фарборозпилювачем і нанесенні її на поверхню. Розрізняють фарбувальні агрегати *переносні і пересувні, пневматичного і безповітряного розпилення.* У вітчизняній практиці всі вони мають електричний привід. У пересувному пневматичному фарбувальному агрегаті фарба по шлангу з фарбонагнітального бака тиском стисненого повітря подається до пневматичного фарборозпилювача.

Одночасно по іншому шлангу до нього підводиться стиснене повітря. Робочим органом пневматичного агрегату є фарборозпилювач. Він має корпус з рукояткою, в якому знаходяться канали для подавання стисненого повітря і фарби в головку фарборозпилювача. Тут же є пристрої для регулювання кількості подаваного стисненого повітря і фарби. Дроблення фарби і її нанесення відбуваються за рахунок енергії розширення стисненого повітря. Головка такого фарборозпилювача може бути зовнішнього, внутрішнього і комбінованого змішування.

Пересувні пневматичні агрегати працюють від повітряних компресорів з подаванням повітря до 0,5 м³/хв робочим тиском 0,4 МПа, фарбонагнітальним баком місткістю 16...100 л і продуктивністю до 500 м²/год пофарбованої поверхні. Переносний фарбувальний агрегат працює від діафрагмового компресора з подаванням повітря до 0,05 м³/хв, робочим тиском 0,4 МПа, фарборозпилювачем, який має бачок для фарби місткістю до 0,7 л, і продуктивністю до 50 м²/год пофарбованої поверхні. Істотним недоліком роботи цих агрегатів є значні втрати (до 30 %) фарби на так зване туманоутворення. Ця фарба не досягає поверхні, що фарбується, і різко погіршує умови роботи в закритих приміщеннях. Деяке поліпшення умов роботи досягається застосуванням пневматичних фарборозпилювачів, що працюють за тиску стисненого повітря до 0,1 МПа. Подавання стисненого повітря виконується від багатоступеневих повітродувок, внаслідок чого в фарборозпилювач надходить підігріте повітря. В даний час найбільш ефективним є застосування пересувних фарбувальних агрегатів безповітряного розпилювання, які є більш мобільними і різко поліпшують умови роботи. Особливо ефективно їхнє застосування у разі великих обсягів робіт з витратою фарби до 7,0 л/хв і дальністю подавання по вертикалі до 100 м. У цьому випадку їхня продуктивність перевищує 600 м³/год.

Фарбопульти. Для нанесення воднокрейдових і водноапняних складів, що мають невелику в'язкість, широко застосовують пускові. За конструкцією – це ручний або приводний насос, від якого з матеріального шлангу склад надходить до фарборозпилювача, званому форсункою, під тиском до 0,4 МПа. Форсунку ввертають в металеву трубку діаметром 10...15 мм і довжиною 1,5...2 м, в нижній частині якої є кран-клапан для перекриття подавання складу. У разі відкритого крана склад входить в циліндричний отвір форсунки, закручується і через вихідний отвір роздроблений вилітає у вигляді порожнього всередині конуса, виконуючи фарбування поверхні.

8.7 Машина для покриття підлог, покрівель і виконання гідроізоляційних робіт

Машина для влаштування підлог. Для розрівнювання, ущільнення і попереднього загладжування бетонних і цементних підлог і стяжок, а також мозаїчних полімерцементних підлог застосовуються віброрейки, що представляють собою сталеву балку певного профілю з розміщеним на ній вібробуджувачем загального призначення. Залежно від площі оброблення і жорсткості суміші використовують одно-і двобалкові віброрейки і віброрейки спеціального профілю.

Оброблення поверхні віброрейкою полягає в наступному: машина встановлюється на маякових рейках і переміщається оператором по поверхні смуги, розрівнюючи покладену суміш і ущільнюючи її. Установка вібробудника на рейці, як правило, забезпечує її спрямовані коливання, причому результуюча відцентрового зусилля спрямована в бік руху рейки, що полегшує її переміщення оператором. Це особливо важливо для віброрейок, що мають значну ширину захвату і масу. Для переміщення віброрейок використовують як жорсткі рукоятки, так і гнучкі тяги. Крім електроприводних застосовують віброрейки з пневмодвигунами і двигунами внутрішнього згорання.

Машина для загладжування бетонних підлог в залежності від виду робочого органу розподіляються на *лопатеві і дискові*. Лопатеві машини випускаються трьох- і чотирилопатевими.

Трилопатеві машини призначені для загладжування і відносно грубого оброблення бетонних підлог, а чотирилопатеві – для чистового оброблення поверхні. Загладжування підлог проводиться після попереднього схоплювання бетону. Продуктивність лопатевих машин залежить від багатьох факторів: ширини захоплення, потужності двигуна, кутової швидкості робочого органу, стану оброблюваної поверхні і кваліфікації оператора.

Чотирилопатеві машини більш стійкі в роботі, менше вібрують і забезпечують кращу чистоту оброблення. Частота обертання робочого органу машин до 200 хв^{-1} . Грубе оброблення і загладжування виконують на менших, а чистову – на великих швидкостях.

Монолітні покриття підлог обробляють мозаїчно-шліфувальними машинами. Така конструкція дає можливість передавати траверс обертання в різні боки і повідомляти машині прямолінійний поступальний рух. Під час оброблення великих площ на знімній рамі до трактора або електрокарі монтують кілька машин, якими управляє з робочого місця оператор.

Шліфування проводиться з охолодженням водою, яка подається по шлангу з водопроводу в зону шліфування. У приміщеннях з великою площею підлоги застосовують різні самохідні шліфувальні агрегати. Частота обертання робочих органів мозаїчно-шліфувальних машин $250...750 \text{ хв}^{-1}$, а лінійна швидкість абразивних елементів становить $5...20 \text{ м с}$. Вона залежить від виду оброблюваної поверхні, якості абразивних каменів і характеру оброблення. Найменші швидкості застосовуються під час грубого обдирання поверхонь, найбільші – під час тонкого шліфування й полірування.

Для *обстругування* дощатих підлог застосовується стругальна машина, корпус якої спирається на передній ролик і два задніх, вільно насаджених на осі траверси, шарнірно з'єднаної з корпусом. Траверса тягою пов'язана з рукояткою, поворотом якої змінюється положення траверси і тим самим змінюється глибина стругання. Робочим органом машини є ножовий барабан, укріплений на поверхні зверненого ротора електродвигуна. Вал статора електродвигуна нерухомо закріплений в двох опорах корпусу.

Стругання машиною проводиться в два прийоми. Під час першого проходу знімається стружка товщиною 1,0...2,5 мм, а під час другого (поперечному) проході товщина чистової стружки повинна бути 0,5...1,0 мм. Продуктивність машини до 40 м²/год.

Для *шліфування* паркетних і дощатих підлог застосовують шліфувальні машини, які можуть бути *барабанного і дискового типів*. Машина барабанного типу складається з корпусу, що спирається на два передніх і одне заднє колесо рояльного типу. Ходові колеса забезпечені механізмом регулювання ступеня притиснення барабана до поверхні, що шліфується, з'єднаного тягою з рукояткою управління. На стойці, зафланцьованої до корпусу машини, є пускач і мішок для збирання деревної стружки. Від електродвигуна за допомогою клинопасової передачі забезпечується обертання барабана з натягнутою на нього шкіркою і вентилятора. Відвідний ролик, закріплений на відкидній кришці, обмежує наближення машини до стіни під час роботи.

Зовнішня поверхня барабана виконана з гуми, що поліпшує зчеплення з абразивної стрічкою, забезпечує рівномірний розподіл навантажень на робочий орган, а також пом'якшує удари і зменшує його вібрацію під час роботи машини.

Окружна швидкість шліфувального барабана коливається 10...22 м/с. Вибір окружної швидкості барабана залежить також від типу і якості застосовуваних шкур. Кінці абразивної шкурки заправляються в косий паз барабана і затягуються двома ексцентриковими валиками. Деревний пил, що утворюється під час роботи машини, засмоктується вентилятором і віддаляється в збірний мішок через відвідну трубу. Для отримання рівної і гладкої поверхні шліфування підлоги досить виконувати в два прийоми: перший – в прямому і другий – в поперечному напрямку. Продуктивність машини – до 40...60 м²/год. Для шліфування підлоги в обмежених місцях (під приладами опалення) застосовують машини дискового типу.

Для зварювання полотнищ рулонних матеріалів (лінолеуму) в заводських і будівельних умовах застосовують апарати і машини з інфрачервоним випромінювачем, виконаним у вигляді нагрівальної праски.

Промениста енергія, спрямована від кварцових ламп в зону розігріву відбивачами, перетворюється на теплову і нагріває до 140...150 °С (до в'язкотекучого стану) кромки зварювальних полотнищ, які туляться один до одного формуючою пластиною. Швидкість зварювання регулюють зміненням відстані між формувальною і середньою пластинами.

Машини для влаштування покрівель та гідроізоляційних робіт. В даний час основними видами покрівельного покриття є рулонна і безрулонна

(мастична) покрівлі. Для улаштування безрулонних покрівель з мастичних матеріалів на полімерній основі застосовують пересувні станції, за допомогою яких механізуються розвантаження мастичних матеріалів та їхнє розрідження з подальшим подаванням і нанесенням на поверхню розпилюванням.

Такі станції забезпечують продуктивність до 800 м²/год, дальність подавання по вертикалі 50 м, по горизонталі – до 80 м. Під час влаштування рулонних покрівель все частіше застосовують руберойд з наплавленим в заводських умовах шаром мастики. Такий матеріал приклеюють до основи шляхом розігріву (підплавлення) покривного мастичного шару до температури 140...160 °С полум'ям пальників і подальшого притискання.

ЛЕКЦІЯ 9 ПІДГОТОВКА БУДІВЕЛЬНОГО МАЙДАНЧИКА. ВАНТАЖІ, ДОРОГИ ТА ТРАНСПОРТ У БУДІВНИЦТВІ

9.1 Вимоги до підготовки будівельного майданчика

Підготувальні процеси, які здійснюють під час підготування території будівельного майданчика до проведення робіт, передбачають: огороження ділянки; розчищення території майданчика; відведення поверхневих і ґрунтових вод; створення геодезійної розбивної бази; прокладення тимчасових інженерних мереж і доріг; забезпечення відповідних умов праці в адміністративних і побутових приміщеннях.

Розчищення території передбачає пересадження зелених насаджень (якщо їх планують використовувати надалі) або їхній захист від пошкодження (якщо вони потрапляють у зону проведення робіт, але не підлягають вирубуванню чи пересадженню). Пеньки викорчуюють бульдозерами зі змінним обладнанням, очищують майданчик від чагарників, застосовуючи кущорізи, зносять чи демонтують непотрібні будівлі, знімають родючий шар ґрунту.

Дерев'яні нерозбірні, кам'яні та бетонні будівлі зносять: розламують або обвалюють. Для обвалення будівель застосовують автокрани чи крани-екскаватори, обладнані допоміжними ударними пристроями. Дерев'яні розбірні будівлі демонтують, відбраковуючи збірні елементи для наступного використання. Монолітні залізобетонні та металеві будівлі розбирають за спеціально розробленою схемою, що забезпечує стійкість будівлі загалом, членують на блоки з попереднім розкриттям арматури. Потім блок закріплюють, ріжуть арматуру та обламують блок.

Металеві елементи після розкріплення зрізають. Найбільша маса залізобетонного блока чи металевого елемента не повинна перевищувати половини вантажопідйомності кранів у разі найбільшого вильоту гака.

Родючий шар ґрунту, який має бути знятий із забудовуваних площ, зрізають і переміщують у призначене для цього місце, де його зберігають до наступного використання. Родючий шар не повинен змішуватися із нижнім шаром ґрунту, забруднюватися, розмиватися й вивітрюватися.

Відведення поверхневих і ґрунтових вод. Поверхневі води утворюються з атмосферних опадів. Розрізняють поверхневі води «чужі», що надходять із розташованих вище сусідніх ділянок, і «свої», що утворюються на будівельному майданчику. Для того щоб на територію майданчика не надходили «чужі» поверхневі води, їх перехоплюють за допомогою нагірних каналів чи обвалування уздовж кордонів будівельного майданчика в підвищеній частині, а потім відводять за його межі. «Свої» поверхневі води відводять за допомогою утворення відповідного нахилу під час вертикального планування майданчика й прибудови мережі відкритого чи закритого водостоку.

У разі сильного обводнення майданчика ґрунтовими водами з високим рівнем горизонту його осушують за допомогою *відкритого* або *закритого дренажу*. Відкритий дренаж влаштовують у вигляді каналів до 1,5 м завглибшки з пологістими укосинами (1:2) і необхідними для протікання води

повздовжніми ухилами. Закритий дренаж – це траншеї з ухилами в бік скидання води, що заповнюють дренавальним матеріалом.

Для більшої ефективності дренажу на дно траншеї укладають перфоровані в бічних поверхнях труби – керамічні, бетонні, азбестоцементні.

9.2 Створення геодезичної розбивної основи

Геодезичну розбивну основу для визначення положення об'єктів будівництва в плані створюють переважно у вигляді *будівельної сітки* – повздовжніх і поперечних осей, що визначають положення на місцевості базових будинків і споруд і їхні габарити, для будівництва підприємств, груп будинків і споруд або *червоних ліній* – повздовжніх і поперечних осей, що визначають положення на місцевості й габарити будинку.

Будівельну сітку виконують у вигляді квадратних і прямокутних фігур, розподіляючи їх на базові й додаткові. Довжина сторін базових фігур сітки – 200...400 м, додаткових – 20...40 м. Будівельну сітку проектують у будівельному генеральному плані.

Розбиття будівельної сітки на місцевості розпочинають з виносу в натуру вихідного напрямку, для чого використовують наявну на майданчику (чи поблизу нього) геодезичну мережу.

За координатами геодезичних пунктів і пунктів сітки визначають полярні координати і кути, за якими виносять на місцевість вихідні напрями сітки. Потім від вихідних напрямів по всьому майданчику розбивають будівельну сітку й закріплюють її в місцях перетину постійними знаками з плановою точкою. Знаки виготовляють із забетонованих обрізків рейок або заповнених бетоном труб. Аналогічно переносять і закріплюють червону лінію.

Під час перенесення на місцевість базових осей споруджуваних об'єктів за наявності планової розбивної основи будівельної сітки застосовують метод прямокутних координат. Головні осі будинку закріплюють за його контурами знаками наведеної вище конструкції.

Висотне обґрунтування на будівельному майданчику забезпечується висотними опорними пунктами – будівельними реперами. Як будівельні реperi використовують опорні пункти будівельної сітки й червоної лінії. Висотну позначку кожного будівельного репера необхідно отримати не менше ніж від двох реперів утримувальної чи місцевої геодезичної сітки.

9.3 Облаштування будівельного майданчика

Тимчасовий водопровід під будівництво влаштовують із труб розрахованого діаметра, прокладаючи їх в землі чи на її поверхні та захищаючи від механічних пошкоджень. Водопостачання може бути облаштоване за тупиковою, кільцевою або змішаною схемами. Для електропостачання використовують діючі мережі й постійні споруди енергетичного господарства.

Тепло й пар подають від котельних установок. Стиснене повітря від компресорних установок розподіляють по сталевих трубах чи гумових шлангах.

Автомобільні дороги й залізниці використовують як тимчасові внутрішньобудівельні дороги на будівельних майданчиках. Залізничний транспорт застосовують під час спорудження великих об'єктів промислового та енергетичного будівництва. Тимчасові залізниці укладають спеціалізовані організації, а тимчасові автодороги – загальнобудівельні організації. Дороги тимчасового призначення прокладають по трасах майбутніх постійних шляхів.

До головних параметрів тимчасових автомобільних доріг належать: кількість смуг руху; ширина полотна та проїзної частини; радіуси заокруглень; найбільший повздовжній ухил (до 9 %). Ширина тимчасових доріг за одностороннього руху автотранспорту повинна становити не менше ніж 3,5 м, за двостороннього руху – не менше ніж 6 м.

Під час визначення схеми руху транспорту (кільцева, наскрізна, тупикова) й розташування доріг у плані необхідно забезпечити під'їзд транспортних засобів до зони дії кранів та інших засобів вертикального транспорту, до майданчиків укріплення складування, складів.

Розміщення тимчасових будівель. За призначенням тимчасові будівлі поділяють на:

- *виробничі* (майстерні, об'єкти енергетичного призначення);
- *адміністративно-господарські* (контори виконробів, прохідні);
- *санітарно-побутові* (гардеробні, душові).

Залежно від конструктивних рішень розрізняють *неінвентарні* тимчасові будинки (розраховані на одноразове використання) та *інвентарні*. Останні, зі свого боку, можуть бути *збірно-розбірними, контейнерними й пересувними*.

Розміщуючи санітарно-побутові й адміністративні будівлі, необхідно подбати про безпечність і зручність підходів до них (вони не повинні заважати будівництву), забезпечити максимальне блокування будинків.

Розміщення складів. Залежно від вимог до фізико-хімічних властивостей матеріалів, що зберігаються, розрізняють такі приоб'єктні склади:

- *відкриті* (збірний залізобетон, цегла);
- *напівзакриті* (навіси, столярні вироби, руберойд);
- *закриті утеплені й неутеплені* (цемент, паркет).

Відкриті склади необхідно розташовувати поблизу споруджуваних об'єктів, у зоні дії монтажних кранів уздовж фронту їхнього переміщення. Навіси розміщують у зоні дії крана або в безпосередній близькості від нього. Закриті склади – поблизу тимчасових будівельних доріг поза небезпечною зоною.

9.4 Класифікація будівельних вантажів, різновиди транспорту

Елементи, що перевозять для зведення споруди, називаються будівельними вантажами. Різноманітні будівельні вантажі класифікують за їхніми фізичними та геометричними характеристиками на дев'ять видів:

- *сипкі* – пісок, щебінь, гравій, ґрунти, будівельне сміття;
- *порошкоподібні* – цемент, вапно, гіпс, крейда;
- *тістоподібні* – бетонна суміш, розчин, вапняне тісто;

- *дрібноштучні* – цегла, дрібні блоки, бутовий камінь, асфальт в плитках, бідони з фарбою, вантажі в ящиках і мішках;
- *штучні* – віконні та дверні блоки, залізобетонні панелі й плити;
- *довгомірні* – залізобетонні й сталеві колони, ферми, труби;
- *великооб'ємні* – санітарно-технічні кабінки, блок-кімнати, блоки ліфтових шахт, великогабаритні контейнери;
- *рідкі* – бензин, гас, мастильні матеріали;
- *великовагові* – залізобетонні елементи значної маси, технологічне обладнання, будівельні машини, що доставляються на будівельний майданчик за допомогою транспортних засобів.

Ураховуючи різноманітність будівельних вантажів, їхніх геометричних параметрів і фізичних характеристик під час проведення будівельних робіт застосовують найрізноманітніші засоби транспортування вантажів, розроблено відповідні засоби їхнього навантаження й розвантаження.

Під час перевезення вантажів використовують різні види транспорту. Процеси з переміщення будівельних матеріалів, напівфабрикатів і готових виробів від місця їхнього видобутку, виготовлення або навантаження до об'єктів будівництва, під час яких використовують різні засоби транспорту, називають *транспортними*. Будівельні вантажі транспортують за допомогою *вертикального* і *горизонтального* транспорту. *Вертикальним* називають транспорт, призначений для виконання вантажних робіт на заводах-постачальниках будівельних конструкцій, розвантажувальних робіт під час приймання матеріалів і виробів, які надійшли на будівельний майданчик, під час транспортування вантажів до місця проведення робіт. *Горизонтальним* – транспорт, за допомогою якого перевозять будівельні вантажі від місця їх отримання до об'єктів будівництва або безпосередньо на самих об'єктах, якщо зводиться не окрема будівля, а будівельний комплекс.

Стосовно будівельного майданчика горизонтальний транспорт розподіляють на *зовнішній* і *об'єктний*. *Зовнішній транспорт* використовують у разі доставляння на будівельний майданчик будівельних конструкцій, матеріалів, технологічного обладнання із заводів-постачальників, кар'єрів, центральних складів або з власних виробничих підприємств до споруджуваних об'єктів. *Об'єктний транспорт* призначений для переміщення будівельних вантажів у межах будівельного майданчика.

Перевезення вантажів здійснюють усіма видами сучасного транспорту.

Автомобільним транспортом перевозять близько 80 % усіх будівельних вантажів. Перевагами цього виду транспорту є велика швидкість, висока маневреність, здатність пересуватися по кривих ділянках з малим радіусом заокруглення, долати круті підйоми доріг, можливість доставляти різноманітні вантажі безпосередньо до об'єкта будівництва.

Тракторний транспорт використовують для переміщення великих вантажів, якщо стан доріг незадовільний і в умовах бездоріжжя. Його недоліками є обмеженість використання в міських умовах і в разі великих відстаней перевезень, оскільки швидкість пересування такого транспорту мала.

Залізничний транспорт становить 13...18 % від загальної кількості перевезень будівельних вантажів і є зовнішнім транспортом для перевезення на великі відстані. Він потребує великих початкових витрат, однак у разі значних обсягів будівельно-монтажних робіт і надходження основних вантажів рейковими шляхами ці витрати швидко окупляться.

Водний транспорт – найдешевший вид транспорту, особливо якщо перевезення здійснюють на значні відстані. Він обслуговує до 5 % перевезень вантажів на будівельні майданчики.

Повітряний транспорт використовують для доставляння вантажів у важкодоступні місця й монтажу окремих конструкцій і споруд. Застосовують великовантажні літаки, вертольоти й спеціальними дирижаблі.

Спеціальним є трубопровідний транспорт, пневмотранспорт, гідротранспорт, транспорт із ланковими стрічковими транспортерами та підвісні канатні дороги. Застосовують на перетятій місцевості і за наявності водних перешкод.

До спеціальних видів транспорту належать і транспортні засоби технологічного призначення, де процес транспортування і технологічного перероблення будівельного вантажу поєднані. Такими транспортними засобами є автобетонозмішувачі, у яких бетонну суміш одночасно готують і транспортують на будівельні майданчики, автобетононасоси – поєднують транспортування суміші на великі відстані та її укладання, автобетоновози – переміщення і перемішування суміші. Транспортні засоби технологічного призначення є перспективними, у сучасному будівництві вони відіграють значну роль.

9.5 Обґрунтування вибору транспортного засобу

Оскільки у будівництві велику роль відіграють транспортні процеси, а номенклатура надзвичайно різноманітна, особливого значення набуває вибір оптимальних транспортних засобів, напрямів вантажопотоків, комплексної механізації навантаження й розвантаження, скорочення й ліквідації перевантажень і дальності перевезень.

Вибір транспортних засобів залежить від багатьох факторів: виду вантажу, що перевозиться – штучні, сипкі чи рідкі матеріали; розмірів і маси конструкцій і деталей – довгомірні, плоскі, тонкостінні елементи; способу транспортування – в горизонтальному, вертикальному чи похилому положенні; габаритів просторових елементів; дальності та допустимої швидкості транспортування вантажу; способу розвантаження привезеного вантажу; виду дороги, її стану й величини повздовжнього ухилу, температури перевезеного матеріалу й зовнішнього повітря; умов транспортування – відкритим чи закритим способом.

Критерії оцінювання транспортних засобів, що використовують у будівництві, можна розподілити на три групи: *технічні* – вантажопідйомність, прохідність, маневреність, габарити, осьові навантаження, пристосованість до вантажно-розвантажувальних операцій; *технологічні* – забезпечення збереженості вантажів, місце розвантаження; *економічні* – собівартість перевезень.

Автомобільний транспорт доцільно використовувати під час перевезення будь-яких вантажів на відстані до 200 км, у важкодоступних районах, за

наявності вантажів, що за габаритами не можуть бути перевезені залізничним транспортом. У сільській місцевості автомобільний транспорт і трактори використовують для доставляння вантажів на будь-які відстані. Залізничним транспортом більш доцільно перевозити важкі вантажі й обладнання в разі зосередження в одному місці будівництва великих об'єктів. Річковий транспорт використовують у разі розташування будівництва в районах, що безпосередньо прилягають до акваторії річок та мають спеціальне портове обладнання.

Повітряний транспорт використовують у виняткових випадках для транспортування та монтажу окремих унікальних конструкцій, у важкодоступних районах на об'єктах, де немає власної виробничої бази, водних та наземних шляхів комунікацій або в періоди, коли інші види транспорту неможливо використовувати через несприятливі кліматичні умови.

Змішані способи перевезення вантажів застосовують у певних регіонах, коли технічно неможливо організувати рух деяких видів транспорту через відсутність залізничних або автомобільних доріг, наявність водних перешкод або якщо доставляння змішаним способом, навіть з урахуванням додаткового перевантаження вантажів, виявляється економічно вигідним.

9.6 Безрейковий транспорт

Різновидами безрейкового транспорту є автомобільний і тракторний. Перевагами безрейкового транспорту є невеликі капітальні вкладення, незначні витрати на навантажувально-розвантажувальні роботи, можливість перевозити будівельні вантажі до місця їхнього використання в необхідні терміни.

Використовують два різвиди автомобільного транспорту: двигун і бункер переміщення вантажу – кузов поєднані, двигун і кузов розділені – тягачі з причепами та напівпричепами. Як тягачі влаштований і тракторний транспорт.

Автомобілі бортові або загального призначення: застосовують для перевезення різноманітних будівельних вантажів – цегли, збірних залізобетонних конструкцій, пакетованих матеріалів, продукції деревообробних підприємств. Для більш повного використання додатково застосовують причепа одновісні, двовісні, напівпричепа та автопоїзди з сідельним тягачем, що навішується на сідельно-зчіпний пристрій спеціалізованих напівпричепів.

Автомобілі-самоскиди використовують для перевезення сипких будівельних вантажів, ґрунтів, будівельного сміття. Перевагою самоскидів є можливість використання механічного розвантаження. За різновидом кузова самоскиди розподіляють на *універсальні* й *спеціальні*, призначені для перевезення тільки одного виду вантажу. За напрямком розвантаження виокремлюють самоскиди трьох типів – з розвантаженням назад, на один або два боки, на три боки. Застосовують також автопоїзди із самоскидними причепами та землевози. Матеріали, що мають малу щільність, наприклад керамзит, з метою повного використання вантажопідйомності транспортують на спеціальних автомобілях із великою місткістю кузова – до 40 м³.

Автомобілі спеціального призначення використовують для перевезення в збереженому стані групи однорідних вантажів – панелевози, лісовози, або одного виду – цистерни для цементу. Застосовують також спеціалізовані

причепи та напівпричепи, поєднані з тягачем для перевезення збірних залізобетонних конструкцій – ферм, балок, панелей або важких неподільних вантажів.

Широко застосовують спеціальні напівпричепи – цементовози, вапно-вози, розчиновози. Усе більше використовують автомобілі, на яких одночасно з переміщенням вантажів здійснюють їхнє технологічне оброблення – автобетонозмішувачі, автогудронатори, авторозчиновози.

Доставляння будівельних вантажів здійснюють за декількома схемами.

У разі застосування *маятничової схеми* автотранспортні засоби – самоскиди, бортові автомобілі, тягачі з невідчепним причепом для вантажів – певний час простоюють під навантаженням і розвантаженням. Маятничова схема автотранспортних перевезень ефективна за наявності приоб'єктних складів або в разі зосередження будівництва споруд із однотипними конструктивними елементами. У цьому разі до транспортного циклу задіюють спеціалізовані автопоїзди: окремі потяги або група автопоїздів перевозять вироби певної номенклатури, які розвантажують частинами на споруджуваних однотипних об'єктах.

Маятничово-човникова схема передбачає значно менше простоювання транспортних засобів. Використовуючи тягач, на будівельний майданчик доставляють причіп з вантажем, який замінюють на вільний, повертаються з ним до місця навантаження на завод, відчеплюють завантажений причіп, а навантажений раніше відвозять до місця призначення. За транспортним засобом фактично закріплюють три причепа: один перебуває під розвантаженням, другий – під навантаженням, третій транспортують.

За *човниково-кільцевої схеми* вантажі перевозять за допомогою панелевозів і декількох причепів. Панелевоз прибуває на перший об'єкт і, відчепивши причіп, їде на другий об'єкт, де відчіпляє інший причіп, або розвантажуються. Розвантаження може відбуватися на третьому об'єкті, звідки панелевоз з пустими причепами прямує на завод за черговою партією вантажу. Перевагами цієї схеми є більш повне використання вантажопідйомності транспортного засобу і зменшення простоювань. Одночасно зростає тривалість маневрувань і установа причепа під розвантаження, оскільки маневреність автомашини з одним-двома причепами, особливо в обмежених умовах вузьких проїздів і будівельних майданчиків, зростає.

9.7 Рейковий транспорт

Залізничний транспорт посідає важливе місце в загальному обсязі перевезень будівельних вантажів. За його допомогою виконують зовнішні, внутрішньокар'єрні та інші види перевезень. Перевагами залізничного транспорту є порівняно низька вартість перевезень, можливість унаслідок великої вантажопідйомності одиниць рухомого складу використовувати невелику кількість транспортних засобів для доставляння значних вантажів, непов'язаність із погодними умовами. Ці особливості найповніше реалізуються під час транспортування вантажів на відстані, що перевищують 200 км.

Сучасний парк бункерів для перевезення вантажів налічує засоби, різноманітні за типом і конструкцією, що обумовлено такими вимогами: збереженість вантажів, механізація процесів розвантаження, зважування, дозування вантажів тощо.

Використовують такі типи бункерів для переміщення вантажів:

– *криті вагони*: випускають з бічними люками, дверними отворами і розсувним дахом, що гарантує перевезення різноманітних будівельних вантажів;

– *піввагони*: перевозять сипкі, довгомірні та інші будівельні вантажі; можуть мати люки в підлозі, бічних і торчакових стінках, одно- або двохсхильну підлогу;

– *платформи*: перевозять залізобетонні вироби, лісоматеріали, устаткування;

– *криті вагони-хопери*: транспортують цемент, вапно та інші порошкоподібні вантажі, що потребують захисту від атмосферних опадів. Дахи таких вагонів обладнані повздовжніми й круглими завантажувальними люками, а внизу кузова розміщені люки зі спеціальними пневматичними розвантажувальними механізмами. Вагони-хопери мають різні модифікації: відрізняються формами, кількістю колісних пар та обсягами перевезених вантажів;

– *цистерни*: перевозять цемент та інші сипкі й наливні вантажі. Кузов становить собою ємність циліндричної форми, обладнану верхнім (завантажувальним) і нижнім (розвантажувальним) зливами;

– *вагони-самоскиди (думпкери)*: транспортують щебінь, гравій, пісок, глину, інші сипкі вантажі і породи. Вони можуть розвантажуватися на бік за допомогою повздовжніх бортів, які піднімаються й відкидаються, або шляхом перекидання самого вагона;

– *вагони спеціалізованого призначення*: перевозять певні вантажі за складних умов. Їхні ходові частини посилюють, оскільки навантаження на них збільшуються.

Для розвантаження залізничних бункерів використовують вагоноперекидачі, мостові, залізничні та гусеничні крани, обладнані гаками, грейферами, електромагнітами та іншими вантажозачіпними пристроями. Вагони розвантажують також за допомогою автотранспортувачів, цистерн з нижнім зливом (приладами пневматичного розвантаження), і з верхнім зливом (за допомогою насосів). Для прискорення процесу розвантаження майданчики обладнають вагоноперекидачами, естакадами, підвищеними шляхами із приймальними пристроями, розташованими між рейками або розміщують майданчики з одного чи двох боків від залізничних колій, прийомними бункерами.

9.8 Тракторний, водний і повітряний транспорт

Для транспортних перевезень у будівництві використовують гусеничні і колісні трактори, окремі буксирвальні засоби і агреговані з трейлерами, землевозними та іншими візками.

Якщо вантажі перевозять по дорогах із твердим покриттям, перевага надається колісним тракторам, оскільки вони більш швидкісні й мобільні та не

руйнують дорожнє покриття. При перевезеннях у складних умовах і по непідготовлених ґрунтових дорогах вигідніше використовувати гусеничні трактори, які краще зчеплюються з ґрунтом і більш прохідні.

У вогку й дощову погоду ця обставина має вирішальне значення, оскільки сила тяги гусеничних тракторів приблизно дорівнює їхній масі, тоді як колісних – наполовину менше.

Перевагою тракторного транспорту є те, що за їхньою допомогою можна переміщувати різноманітні причіпні машини й механізми.

Поширення набула схема роботи колісних тягачів з трьома причіпами, які використовують для доставлення будівельних конструкцій на будівельні майданчики з будівельних підприємств (заводи залізобетонних виробів, деревообробні комбінати). На заводі тягач зчеплюєть з декількома навантаженими причіпами, відвозить їх на об'єкт, під'єднують там завезені під час попереднього рейсу причіпи, що звільнилися після розвантаження, та буксирують їх назад на завод, де навантажують причіпи для чергового рейсу. Цикл транспортування, завантаження та розвантаження причіпів повторюється.

Водний транспорт може бути транспортним, вантажним, службово-допоміжним і технічним. Його застосовують під час перевезення вантажів з водних акваторій на великі відстані. Цей різновид транспорту здебільшого застосовують під час перевезення мінерально-будівельних (пісок, щебінь) і лісових матеріалів. Баржами разом із каменем, піском та гравієм, іноді транспортують залізобетонні, дерев'яні та інші будівельні конструкції. Великі конструкції в зібраному вигляді перевозяться понтонами.

Перевезення повітряними шляхами коштують дорого, тому повітряний транспорт не може конкурувати з іншими видами транспорту. Однак він незамінний в разі необхідності доставити вантажі у пункт, недоступний для інших видів транспорту. З цією метою використовують вантажні вертольоти, літаки й дирижаблі. Його раціонально використовувати під час будівництва у важкодоступних регіонах ліній електропередач, газо- й нафтопроводів.

9.9 Спеціальні різновиди горизонтального транспорту

Горизонтальним транспортом вважають як спеціалізований автомобільний і залізничний транспорт, так і той, що використовують в особливих умовах будівництва – під час транспортування матеріалів через яри, річки, крутими схилами гір.

Автобетонозмішувачі призначені для транспортування і доставляння споживачеві віддозованих компонентів і готової бетонної суміші, приготування бетонної суміші (рухомої й малорухомої) під час перевезення або після прибуття на будівельний майданчик. З технологічного боку автобетонозмішувачі є найбільш досконалим видом спеціалізованого транспорту для перевезення бетонної суміші, особливо для об'єктів, віддалених від району бетонного заводу на відстань, що перевищує технологічно допустимі норми для товарних бетонів, у разі неможливості або неефективності спорудження приоб'єктних бетонозмішувальних установок.

Автобітумовози і автогудронатори призначені для транспортування бітумних матеріалів, температура яких становить до 200 °С, від нафтопереробних заводів до місця проведення робіт. Автобітумовоз становить собою теплоізольовану цистерну із зовнішнім обличкуванням. Усередині цистерна обладнана двома перегородками для надання їй більшої жорсткості і зменшення сили гідравлічних ударів, а також двома трубами для підігрівання бітуму. Окрім того, вона має завантажувальний отвір і фланець для приєднання зливного трубопроводу. Конструкція автобітумовоза сприяє зберіганню температури бітуму в цистерні під час його транспортування, а також за необхідності підігрівати бітум до робочої температури.

Автоцементовози використовують для безтарного перевезення порошкоподібних і пилоподібних будівельних вантажів. Вони можуть бути двох типів: з пневматичним розвантаженням і пневматичним самозавантаженням і розвантаженням. Перший тип призначений для перевезення цементу із заводів або елеваторів на будівництво, другий – для вакуумного самозавантаження зі складів або залізничних вагонів і пневматичного розвантаження на склади споживача. Автоцементовози становлять собою циліндричні цистерни-напівпричіпи на сидельному тягачі з ухилом 7...9° у бік розвантаження. Цистерна забезпечена розвантажувальним патрубком; тиск забезпечується компресором, змонтованим на шасі тягача.

Для перевезення цегли в контейнерах і пакетах на піддонах застосовують спеціалізовані бортові автопоїзди. Штучні будівельні вантажі – труби, палі, лісоматеріали перевозять на бортових машинах і машинах зі спеціальним кузовом (подовженим, без бортів, з пристроями для саморозвантаження).

Підвісні канатні дороги застосовують для доставлення піску, щебеню, гравію, вапняку з кар'єра на будівельне підприємство або до водного чи рейкового транспорту. Використовують одноканатні й двоканатні підвісні канатні дороги. Як бункери для переміщення здебільшого використовують вагонетки, які підтримують і транспортують за допомогою одного канату, який є несучим і тягловим одночасно. Канат обгинає накінцеві шківів і є замкнутих. Один шків призначений для натягування канату, інший з'єднаний із електродвигуном і є провідним. Таким чином, по одній канатній гілці рухаються навантажені, по другій – повертаються порожні вагонетки.

9.10 Навантаження-розвантаження будівельних вантажів

Транспортування будівельних вантажів передбачає навантаження на місці відправлення і розвантаження на місці прибуття. Процеси навантаження-розвантаження на сьогодні повністю механізовані. Для цього використовують машини й механізми загального та спеціального призначення.

За принципом роботи всі механізми для навантажувально-розвантажувальних робіт поділяють на дві групи: які працюють самостійно і які є частиною конструкції транспортних засобів. До першої групи механізмів належать усі типи кранів, навантажувачі циклічної та безперервної дії, механічні лопати, пересувні стрічкові конвеєри, пневматичні розвантажувачі тощо. До другої групи – автомобілі-самоскиди, транспортні засоби з самороз-

вантажувальними платформами, автономні засоби для саморозвантаження й навантаження тощо.

Крани стрілові автомобільні, на пневмоколісному й гусеничному ході, баштові, козлові, мостові, кран-балки широко використовують під час навантаження й розвантаження залізобетонних та металевих конструкцій, обладнання, матеріалів, що перевозять у пакетах, контейнерах тощо. Крани, обладнані спеціальними зачіпними пристосуваннями й грейферами, застосовують під час навантаження й розвантаження лісоматеріалів, щебеню, гравію, піску та інших сипких і дрібнокускових матеріалів. Для подавання бетонної суміші до місця виконання робіт використовують крани, обладнані спеціальними бункерами-цебрами.

У будівництві широко застосовують навантажувачі. За їхньою допомогою здійснюють великий обсяг навантажувально-розвантажувальних робіт, оскільки вони мобільні й універсальні. Поширення набули універсальні одноківшові навантажувачі, багатоківшові навантажувачі та автонантажувачі.

Одноківшові самохідні навантажувачі обладнані ковшем для навантаження і вивантаження сипких і кускових матеріалів. Як навісне та змінне обладнання вони мають вилкові підхоплювачі, щелепні захвати, бульдозерні відвали, розпушувачі, екскаваторні ковші зі зворотною лопатою. Одноківшові навантажувачі випускають з переднім, бічним і заднім розвантаженням ковша. На будівельних майданчиках навантажувачі використовують для вивантаження й переміщення вантажів на невеликі відстані, переміщення їх до підйимально-транспортних механізмів, для завантаження приймальних бункерів розчинних і бетонних вузлів, для різноманітних допоміжних робіт.

Багатоківшові навантажувачі (механізми безперервної дії) призначені для навантаження сипких і дрібнокускових матеріалів на автосамоскиди та інші транспортні засоби. Це самохідна машина, на рамі якої закріплений черпальний механізм – живильник і елеватор або конвеєр. Такі машини можуть бути декількох типів: вони різняться за конструкцією живильника.

Робочим механізмом автонантажувача є телескопічний підіймач з вилковим захватом; як змінне обладнання використовують кранову стрілу, ківш, затискачі для штучних вантажів та інші пристосування.

Широко застосовують навантажувачі з телескопічною стрілою, які можна назвати універсальними, оскільки вони здатні завантажувати сипкі будівельні матеріали, контейнери, можуть використовуватися і як підіймачі з платформою для робітників. Вантажі, які піднімають, становлять (у різних виробників) 3,2...4,5 м, висота підйому – до 13 м. Швидкість переміщення навантажувачів досягає 25 км/год. Перевагою такого типу навантажувачів є повне піднімання й опускання стріли в межах 10 с, висування і втягування – до 14 с відповідно. Телескопічний навантажувач може бути використаний як керований стрічковий конвеєр для переміщення вантажів через отвори в приміщення і з нього.

До саморозвантажувальних транспортних засобів, крім самоскидів і цементовозів, належать автомобілі з пристроями для безкранового саморозвантаження довгомірних конструкцій, або автономні кранові пристрої.

Широке застосування на будівельних майданчиках дрібноштучних матеріалів і виробів призвело до необхідності їхнього пакетування – формування й скріплення в укрупнену одиницю таких вантажів, які забезпечують за певних умов під час перевезення їхню цілісність і збереження й дають змогу механізувати навантажувально-розвантажувальні й складські роботи. Для цього застосовують спеціальні технічні засоби – пакети, контейнери універсальні та спеціальні, що призначені для перевезення певного виду вантажів.

Складське господарство. Вантажі, що прибувають на майданчик, із транспортних засобів надходять на монтаж або розвантажуються на приоб'єктний склад. Влаштування цього складу, підтримання на ньому відповідного порядку є обов'язком такелажника.

Під час облаштування складу потрібно ретельно вирівняти територію, забезпечити тверду основу за допомогою ущільнення ґрунту, підсипання гравію чи щебеню, передбачити потрібний нахил для відведення поверхневих вод у протилежний від дороги або колії крана бік. У зимовий період склад необхідно систематично очищувати від снігу та льоду.

Відповідно до проекту виконання робіт до початку будівництва потрібно виконати роботи щодо влаштування постійних і тимчасових доріг, зведення підсобних та допоміжних приміщень, розміщення приоб'єктного складу з визначенням його розмірів, поділу на окремі майданчики для складування конкретних конструкцій і деталей. Для запобігання зайвому перекладанню виробів із місця на місце їх групують відповідно до прийнятої технології монтажу.

Збірні елементи, за винятком колон, мають зберігатися у положенні, близькому до проектного. Збірні залізобетонні елементи складають у штабелі монтажними петлями догори, а заводською маркою (штампом ВТК) – у бік проходу. Штабель виробів кожного типу потрібно забезпечити табличкою, на якій масляною фарбою написати марку виробу та його кількість у штабелі.

Кожна деталь і кожен різновид матеріалу потребують певного способу укладання та зберігання. Так, піддони з цеглою укладають у два яруси на підкладки, тоді як цеглу в контейнерах – в один ряд. Застосування касет дає змогу вкласти або вийняти окремий виріб окремо від інших. На одному стелажі можна зберігати панелі не більше ніж двох марок.

Стінні блоки, панелі та перегородки складають у спеціальні металеві касети або на стелажі у вертикальному положенні. Плити перекриття й покриття укладають штабелями заввишки не більше ніж 2,5 м. Плити укладають на прокладки, розміщуючи їх на одній лінії з підкладками.

Відстань між двома сусідніми штабелями має бути не менше ніж 20 см. Через кожні два штабелі у повздовжньому і через 25 м у поперечному напрямках потрібно залишати проходи завширшки 70...100 см. Колони й ригелі укладають на ребро в штабелі заввишки не більше ніж 2 м, сходові марші – на підкладки штабелями у 5–6 рядів сходишками догори, плити сходових кліток – у штабелі заввишки не більше ніж 4 ряди. Фундаментні блоки зберігають у штабелях заввишки не більше ніж 2,5 м.

ЛЕКЦІЯ 10 ВИКОНАННЯ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ. УЛАШТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ

10.1 Різновиди земляних споруд

Результатом розроблення ґрунту є земляне спорудження. Це інженерна споруда з ґрунту в ґрунтовому масиві або на поверхні ґрунту. Земляні споруди класифікують так:

- за розміщенням щодо поверхні ґрунту – виїмки, насипи, підземні виробітки, зворотні засипання;
- за терміном використання – постійні й тимчасові;
- за функційним призначенням – котловани, траншеї, ями, свердловини, відвали, греблі, дамби, дорожні полотна, тунелі, планувальні майданчики;
- за геометричними параметрами й просторовою формою – глибокі, дрібні, протяжні, зосереджені, прості, складні.

До *постійних* зараховують споруди, призначені для довгострокової експлуатації – земляні греблі, канали, полотна рейкових і безрейкових доріг, виїмки й насипи, що зводять під час планування. До *тимчасових* земляних споруд зараховують виїмки, отримані під час зведення фундаментів житлових і промислових будівель, мостів, гребель, траншеї для прокладення водопровідних, каналізаційних, газових та інших мереж, насипи для тимчасових доріг.

Виїмки більше ніж 3 м завширшки називають *котлованами*, більш вузькі, для стрічкових фундаментів або мереж комунікацій – *траншеями*; під окремо розташовані фундаменти або стовпи – *ямами*. Ці споруди мають дно і бічні поверхні, похилі відкосини або вертикальні стіни. Виїмки, розроблювані для видобутку необхідного для будівництва ґрунту, називають *резервами*; насипи, у які висипають зайвий ґрунт, – *кар'єрами* або *відвалами*.

Місця для висипання будівельного та іншого сміття називають *звалищами*, а місця, де розробляють пісок, щебінь та інші будівельні матеріали, – *кар'єрами*. Виїмки, закриті з боку поверхні землі та влаштовувані для прокладання транспортних і комунікаційних тунелів, називають *підземними виробітками*. Після влаштування підземних споруд (або підземної частини споруд) здійснюють зворотне засипання пазух – заповнення ґрунтом простору між спорудою та укосинами котловану.

Земляні роботи на об'єкті передбачають перероблення ґрунту, який у повному обсязі або частково розробляється, переміщується, укладається, розпланується, ущільнюється, щодо нього здійснюються інші дії – вибухи, розмивання водою, трамбування, буріння, термообробка.

Процеси, що відбуваються під час перероблення ґрунту, можуть бути розподілені на три групи: *основні, підготувальні й допоміжні*.

Основними процесами перероблення ґрунту, унаслідок яких зводяться земляні споруди заданих параметрів, є такі: розроблення ґрунту у виїмках, укладання ґрунту в насип, навантаження і переміщення його в межах будівельного майданчика; транспортування ґрунту за його межі; пошарове

розрівнювання та ущільнення ґрунту; розпушування мерзлих і важко розроблюваних ґрунтів; зворотне засипання пазух земляні споруди.

Основні процеси супроводжуються *підготувальними* та *допоміжними*, до того ж підготувальні процеси здійснюють до початку розроблення ґрунту, а допоміжні – до або під час зведення земляних споруд. Такими є зниження рівня ґрунтових вод, улаштування протифільтраційних завіс і екранів, укріплення ґрунтів, розмічення земляних споруд на місцевості, тимчасове укріплення стінок котлованів і траншей, зрізання недобору ґрунту, прокладення й утримання під'їзних доріг, контроль якості робіт тощо.

У разі значних обсягів земляних робіт використовують різноманітну будівельну техніку – екскаватори, бульдозери, скрепери, засоби гідромеханізації, вибухову техніку. Механічна озброєність земляних робіт становить 98 %, в окремих випадках без використання механізмів доводиться зачищати дно котлованів, укосин, виривати ями, траншеї тощо.

10.2 Підготувальні процеси під час виконання земляних робіт

Розмічування земляних споруд передбачає встановлення й закріплення на місцевості. Розбиття здійснюють за допомогою геодезичних інструментів і різних вимірювальних пристосувань. Розмічування котлованів починають з винесення й закріплення на місцевості базових робочих осей, якими обирають головні осі будівлі. Потім навколо майбутнього котловану на відстані 2...3 м від його бровки паралельно до основних розбивних осей влаштовують огорожу.

Огорожа для одноразового використання складається із забитих у ґрунт металевих стояків або вкопаних дерев'яних стовпів і прикріплених до них дощок. Для пропускання транспортних засобів в огорожах залишають розриви. Якщо місцевість має значний ухил, огорожу роблять східчастою.

Розміри котловану зверху, а після його вириття й унизу, а також інші важливі позначки відмічають добре помітними кілочками або віхами. Після зведення підземної частини будівлі основні розбивні осі переносять на його цоколь. Для лінійно протяжних споруд (траншей) влаштовують тільки поперечні огорожі, які розташовують на прямих ділянках траси через кожні 50 м, на заокруглених – через 20 м.

Водовідлив і пониження рівня ґрунтових вод. Під час влаштування виїмок, розташованих нижче рівня ґрунтових вод, необхідно осушити водонасичений ґрунт і забезпечити його розроблення у звичайних умовах. Крім цього, котловани, траншеї і виробітки у період проведення робіт необхідно убезпечити від потрапляння в них ґрунтових вод.

Ефективним технологічним прийомом вирішення таких завдань є відкачування ґрунтової води. У разі невеликого надходження ґрунтових вод котловани й траншеї розробляють із застосуванням відкритого водовідливу, а якщо води надходить багато і товщина водонасиченого шару, що розробляють велика, то до початку виконання робіт рівень ґрунтових вод штучно знижують, використовуючи різноманітні способи закритого водовідливу. Такий процес називається *водозниженням*.

Відкритий водовідлив застосовують під час відкачування плинної води безпосередньо з котлованів або траншей за допомогою насосів.

У разі відкритого водовідливу ґрунтові води, просочуючись через укосини й дно котловану, скеровують проритими водозбірними канавами або лотками до спеціально влаштованих у нижній частині котловану приямків – *зумпфів*, звідки воду викачують діафрагмовими або відцентровими насосами.

Водозбірні канави повинні мати такі розміри: ширина по дну 0,3...0,6 м, глибина 1...2 м, ухил у бік приямків – 0,01...0,02 м. У стійких ґрунтах приямки укріплюють у вигляді дерев'яного зрубу без дна, а в пливких ґрунтах – шпунтовою стінкою. Відкритий водовідлив є простим і доступним способом боротьби з ґрунтовими водами, але має значні технологічні недоліки: внаслідок розмивання проточною водою знижується природна міцність основи виїмки; наявна на дні виїмки вода ускладнює розроблення ґрунту; потрібно укріплювати стінки виїмок, оскільки рух води до зумпфа спричиняє рух і ґрунтів; підтікання води до водозбірної канави може спричинити послаблення підвалин будинків і споруд, розташованих поруч зі споруджуваним об'єктом.

У тих випадках, коли використання водовідливу є недоцільним, рівень ґрунтових вод штучно понижують (водозниження). Водозниження застосовують, щоб зменшити рівень ґрунтових вод (РГВ) нижче дна майбутньої виїмки. Рівень ґрунтових вод знижують шляхом відкачування з колодязів або бурових свердловин глибинними насосами, знижуючи при цьому рівень, розташованих у безпосередній близькості від майбутнього котловану або траншеї.

Розроблено декілька ефективних способів штучного водозниження, головними з яких є *голкофільтрувальний, вакуумний і електроосмотичний*.

Голкофільтрувальний спосіб штучного зниження РГВ базується на використанні голкофільтрувальних установок, що складаються зі сталевих труб із фільтрувальним елементом у нижній частині (голкофільтр), водозбірного колектора – на поверхні землі й самоусмоктувального вихрового насоса з електродвигуном. Сталеві труби занурюють у ґрунт по периметру котловану або уздовж траншеї.

Щоб опустити голкофільтр у робоче положення, у разі складних ґрунтів бурять свердловини. У пісках і супіщаних ґрунтах голкофільтри занурюють за допомогою гідравлічного способу. Одноярусне розташування голкофільтрів дає змогу знизити рівень ґрунтових вод на 4...5 м, двоярусного – на 7...9 м. Голкофільтри розташовують на відстані 0,5 м від бровки котловану або траншеї. Вузькі траншеї – до 4,5 завглибшки м і до 4 м – осушують за допомогою одного ряду голкофільтрів, якщо ширина й глибина більші – двох рядів.

Вакуумний спосіб водозниження базується на використанні ежекторних установок, що знижують рівень води. Ці установки використовують у дрібнозернистих ґрунтах, у яких легкі голкофільтрові установки застосовувати недоцільно. Під час роботи вакуумних установок вакуум виникає в зоні ежекторного голкофільтра.

Явище *електроосмосу* використовують, щоб розширити сферу застосування голкофільтрових установок у ґрунтах з коефіцієнтом фільтрації менше ніж 0,05 м/добу. Голкофільтри під'єднують до негативного (катод), а

труби або стрижні – до позитивного полюса джерела постійного струму (анод). Під дією сили електричного струму вода, що міститься в порах ґрунту, вивільняється і переміщується у напрямку до голкофільтрів. Унаслідок застосування явища електроосмосу коефіцієнт фільтрації ґрунту зростає в 5...25 разів.

Під час інтенсивного відкачування ґрунтових вод у районі будівництва порушуються гідрогеологічні умови, зв'язок підземних вод із поверхневими, унаслідок чого може погіршитися робота діючих водозабірних систем, процес осушення джерел. Тривале відкачування ґрунтових вод небезпечно на забудованих міських територіях, оскільки воно може спричинити осідання земної поверхні, деформацію будівель і споруд, зміщення осей інженерних мереж.

Створення штучних протифільтраційних завіс і екранів. Щоб убезпечити котловани, траншеї, підземні виробітки й захистити будівельний майданчик від надходження ґрунтових вод, залежно від їхнього стану й потужності водоносних шарів застосовують такі способи укріплення ґрунту: заморожування, уведення в ґрунт розчинів-затверджувачів, створення тиксотропних протифільтраційних екранів і завіс, улаштування шпунтових огорожень.

У дуже водонасичених ґрунтах (пливунах) під час розроблення глибоких виїмок і підземних споруд за допомогою природного або штучного заморожування ґрунтів створюють протифільтраційні завіси.

Сукупним різновидом впливів, унаслідок яких підвищується міцність ґрунту (він стає нерозмивним, а в деяких випадках і водонепроникним) є *штучне укріплення ґрунтів*.

Укріплюють ґрунти, щоб створити навколо розроблюваних виїмок водонепроникні завіси й підвищити несучу здатність ґрунтових підвалін. Залежно від фізико-механічних властивостей ґрунту, його стану, необхідного ступеня й призначення укріплення застосовують такі способи штучного закріплення ґрунтів: *заморожування, цементація, бітумізація, хімічний, електрохімічний* тощо.

Ґрунти, що дуже насичені водою (пливуни), під час розроблення глибоких виїмок *заморожують*. Для цього по периметру котлована занурюють заморожувальні ряди труб, з'єднаних між собою трубопроводом, по якому закачують спеціальну рідину – розсіл (розчини солей з низькою температурою замерзання), охолоджений холодильною установкою до $-20...25$ °С.

Спосіб заморожування має такі недоліки: ефект зберігається тимчасово, процес природного відтавання триває досить довго, підвищується вологість ґрунту внаслідок переміщення води з теплих шарів ґрунту до охолоджених (під дією градієнта температур) тощо. Технологія заморожування й технічні засоби для її виконання, однак, достатньо відпрацьовані, і, незважаючи на зазначені недоліки, цей спосіб застосовують досить широко.

Цементація і бітумізація передбачає введення відповідного цементного розчину або розігрітих бітумів у поруваті ґрунти з високим коефіцієнтом фільтрації, а також скельні породи з тріщинами.

За допомогою *хімічного способу* закріплюють піщані й лесові ґрунти накачуючи в них через ін'єктори хімічні розчини. Застосовують один або два розчини. Розчин накачують за допомогою спеціальних труб-ін'єкторів,

занурюючи їх окремо або пакетами по 5 шт. Відстані між ін'єкторами встановлюють, урахувавши в'язкість розчину й тип ґрунту, які визначають експериментально.

Електричний спосіб застосовують для укріплення вологих глинястих ґрунтів. Він полягає у пропусканні через ґрунт постійного електричного струму з напруженістю поля 0,5...1 В/см і щільністю струму 1...5 А/м². Одночасно глину осушують і ущільнюють, вона втрачає здатність до пучення.

Електрохімічний спосіб відрізняється від попереднього тим, що одночасно з електричним струмом у ґрунт через трубу, яка є катодом і використовується як ін'єктор, вводять розчини хімічних домішок, що збільшують провідність струму (силікат натрію, хлористий кальцій, хлористе залізо). Унаслідок цього інтенсивність процесу закріплення ґрунту зростає.

10.3 Методи виконання земляних робіт

Виконання будівельно-монтажних робіт і, насамперед, зведення підземної частини будівель і споруд поєднують із земляними роботами. Земляні роботи вважають найбільш важким і трудомістким різновидом будівельних робіт, що виконуються в складних умовах і залежать від природно-кліматичних чинників.

Земляні роботи належать до комплексу робіт нульового циклу, який також включає риття котлованів і траншей, влаштування дренажів, укріплення й підготування підвалів під будівлю, зведення фундаментів і стін, перекриттів, тунелів, зворотне засипання ґрунту в пазухи між фундаментами й укосинами котлованів. Роботи нульового циклу вважають завершеними після влаштування підземної частини будівлі з комунікаціями й елементами підземних споруд.

Земляні роботи виконують за допомогою різних методів, які можна розподілити на чотири групи: *механічний, гідравлічний, вибуховий і ручний*.

Розроблення ґрунту механічним способом. У разі застосування механічного способу на ґрунт діють різальні зусилля машин, унаслідок чого частину ґрунту відокремлюють від масиву, переміщують й укладають у насип. Машина, що тільки ріже ґрунт, називається *землерійна*. *Землерійно-транспортна* машина розробляє і переміщує ґрунт. Землерійними машинами є екскаватори різних типів: *однокішові* (пряма і зворотна лопата, драглайн, грейфер), *багатокішові* (ланцюгові, роторні) і *фрезерні*.

Залежно від ходового пристрою розрізняють гусеничні, пневмоколісні, автомобільні та крокувальні екскаватори, а також обладнані гідравлічною, пневматичною та електричною системами керування.

Розроблення ґрунту однокішовими екскаваторами. У будівництві застосовують екскаватори, ківш яких має місткість від 0,15 до 2, рідше до 4 м³. Вони обладнані комплектом змінного обладнання – прямою і зворотною лопатами, драглайном і грейфером. Стріла, що входить до комплекту драглайну і грейфера, може бути обладнана вантажним гаком або клином-бабою.

Пряма лопата становить собою відкритий зверху ківш із різальним переднім краєм, жорстко насадженим на руків'я, яке за допомогою шарнірів з'єднане зі стрілою машини і висувається вперед унаслідок дії напірного механізму. Спорожняється ківш шляхом відкривання його днища. Для

розроблення ґрунту, екскаватор розміщують на дні розроблюваного забою. Екскаватор може виривати ґрунт і нижче горизонту його розташування. Щоб установити машину в забої виїмки влаштовують пандус,.

Зворотна лопата – це відкритий знизу ківш із різальним переднім краєм, жорстко насаджений на руків'я, з'єднане (без напірного механізму) зі стрілою за допомогою шарнірів. Під час перетягування назад ківш заповнюється ґрунтом. Далі за вертикального положення руків'я ківш переміщують до місця вивантаження і розвантажують, піднімаючи й одночасно перекидаючи його. Робоча зона розташовується нижче горизонту розміщення машини. Сучасні екскаватори зі зворотною лопатою мають гідравлічний привід, що дає змогу повертати ківш стосовно руків'я.

Ківш драглайна навішують на канатах на подовжену стрілу кранового типу. Ківш закидають у виїмку на відстань, що дещо перевищує довжину стріли, і заповнюють його ґрунтом шляхом підтягування по поверхні до стріли. Потім ківш піднімають у горизонтальне положення щодо стріли і повертом машини переміщують на місце розвантаження. Спорожняючи ківш, тяговий канат ослаблюють. За допомогою драглайна можна розробляти, не тільки насичений вологою ґрунт, але й той, що знаходиться під шаром води.

Грейфер – це ківш із двома або більше лопатями і канатним приводом, що примусово змикає ці лопаті. Грейфер навішують на таку саму стрілу, що й драглайн. За допомогою грейфера можна розробляти виїмки з вертикальними стінками. Під час поверту стріли ківш переміщують до місця розвантаження й спорожняють під час примусового розкриття лопатей. Грейфер занурюється в ґрунт внаслідок тільки власної маси ковша.

Розроблення ґрунту багатоківшовими екскаваторами. Робочою частиною багатоківшового екскаватора є ковші, насажені через рівні проміжки на ланцюг або колесо (ротор), що рухається безперервно. За особливостями переміщення машини відносно напрямку руху робочої частини розрізняють багатоківшові екскаватори повздовжнього черпання – ланцюгові, роторні та поперечного черпання. Оскільки ґрунт черпається ковшами безперервно, то ці екскаватори є машинами безперервної дії (на відміну від одноківшових екскаваторів, які є машинами циклічної дії).

Ковші наповнюють ґрунтом під час їхнього руху угору по похилій або криволінійній поверхні розроблюваної виїмки. Спорожняють ковші в момент досягнення ними найвищої точки їхньої траєкторії, де їх перекидають. Висипаний з них ґрунт потрапляє на стрічковий конвеєр, яким його доставляють для завантаження в транспортні засоби або у відвал.

Екскаватори з позовжнім черпанням застосовують для проходження траншей невеликого перерізу прямокутного й трапецієподібного профілю. Траншеї починають рити з найбільш низьких місць профілю, що забезпечує стікання ґрунтових і атмосферних вод.

Екскаватори з поперечним черпанням використовують для розроблення котлованів і траншей з великим перерізом, планування укосин і розроблення кар'єрів. Цей процес відбувається так. Спочатку екскаватори розробляють ґрунт, застосовуючи віялове різання. Вони переміщуються уздовж усього

фронту робіт і знімають шари ґрунту в радіальному напрямку до досягнення необхідної глибини.

Розроблення ґрунту землерийно-транспортними машинами. Різновидами землерийно-транспортних машин є скрепери, бульдозери та грейдери, які за один цикл розробляють ґрунт, переміщують його, розвантажують у насип і повертаються в забій порожніми.

Скрепери – високопродуктивні землерийно-транспортні машини, які використовують під час розроблення котлованів і планування поверхонь. Розрізняють скрепери *причіпні*, місткість ковша яких становить 2,25...10 м³ (у зчепі з трактором-тягачем), і *самохідні*, місткість ковша яких становить 8 м³ і більше. Останній тип скрепера досконаліший, оскільки він більш маневрений і швидкісний. Щоб швидше наповнити ковші декількох причіпних скреперів, а також ківш самохідного скрепера, застосовують трактор-штовхач, що обслуговує групу скреперів на ділянці завантаження (набору ґрунту). Кількість тракторів-штовхачів залежить від місткості ковшів скреперів і відстані переміщення ґрунту.

За допомогою скреперів розробляють, транспортують та укладають піщані, супіщані, лесові, суглинясті, глинясті та інші ґрунти, без валунів, домішки ріни й щебеню не повинні перевищувати 10 %. Скрепер знімає ковшем пласт ґрунту завтовшки 0,12...0,32 і завширшки 1,65...2,75 м (для скрепера з місткістю ковша 2,25...9 м³). Товщина шару, що відсипають, – 0,22...0,55 м. Розроблювані скреперами суглинні й глинисті ґрунти необхідно попередньо розрихляти.

Причіпні скрепери застосовують здебільшого під час перевезення ґрунту на відстань до 1000, а самохідні – до 3000 м. Скрепери доцільно використовувати разом із бульдозерами, за допомогою яких зрізають і розрівнюють ґрунт в обмежених місцях (кути майданчика, окремі западини), планують відкосини.

Бульдозерами розробляють ґрунт у неглибоких і протяжних виїмках та резервах та перевозять його на відстань до 100 м (більш потужними тракторами можна перевозити ґрунти на великі відстані). Бульдозерами також підгортають ґрунти, виконують зворотне засипання траншей і пазух котлованів, зачищають дно котлованів після завершення екскаваторних робіт, розрівнюють і розмічують ґрунт. Виїмки розробляють ярусами, глибина яких співпадає з товщиною ґрунту, що знімається за одне проходження.

Грейдери використовують під час розмічування території, укосин земляних споруд, зачищення дна котлованів і розроблення каналів до 0,7 м завбільшки, під час зведення протяжних насипів до 1 м заввишки і нижнього шару більш високих насипів із резервів. Автогрейдером профілюють дорожнє полотно й дороги.

Перероблення ґрунту гідромеханічним способом. Гідромеханічний процес базується на властивості швидкоплинної води розмивати ґрунт і переносити його частинки в підвішеному стані, допоки швидкість води не зменшиться до величини, за якої частинки ґрунту осідають на дно (0,3...0,03 м/с). Гідросуміш у відведені для цієї мети місця (карти наміву) транспортують по напірних трубах, або самопливом – по лотках або каналах.

У разі застосування *гідротехнічного способу* розроблення ґрунту всі технологічні операції процесу – відділення ґрунту від масиву, захоплення, транспортування до місця укладання й укладання – виконують за допомогою енергії потоку води. Виокремлюють такі різновиди гідротехнічного способу розроблення ґрунту: гідромоніторний, землесосний та комбінований.

Під час застосування *гідромоніторного способу* у сухих вибоях, ґрунт розмивають струменем води, що подають під високим тиском з насаду приладу – гідромонітора. За допомогою гідромонітора вода подається по трубо-проводу від насосної станції, що розташовується біля найближчого водоймища.

За *комбінованого способу* розроблення використовують два методи: ґрунт розробляють механічним способом, а розпушений і розріджений ґрунт транспортують по земляному ґрунтовому насосу.

Якщо застосовують *естакадний спосіб* подачі пульпи, то магістральний трубопровід на ділянці намивання розміщують на естакаді, вищій за насип, що зводиться, і почергово подають з нього пульпу на карти намиву.

За *безестакадного способу* магістральний пульпопровід укладають уздовж основи насипу, що зводиться. Через кожні 20...30 м на трубопроводі встановлюють випускні патрубки, через які пульпа надходить на карту намиву.

У разі намивання насипів із дренавальних ґрунтів застосовують *комплексний спосіб*, за якого пульпу випускають із патрубків, розташованих на невисоких естакадах. Зведення насипів методом намивання забезпечує значну щільність ґрунту, тому ґрунт штучно не ущільнюють, а надають насипу невеликий (до 1,5 %) запас висоти на подальше зсідання.

10.4 Безтраншейне розроблення ґрунту

У звичайних умовах для прокладення трубопроводів риють траншею, по дну якої укладають трубу, після чого траншею засипають. Іноді така технологія виявляється неприйнятною, наприклад у разі перетину трубопроводу транспортної магістралі трасою з інтенсивним рухом, який не можна переривати навіть на відносно короткий термін.

У такому разі вдаються до безтраншейних, так званих закритих методів робіт: *проколювання, продавлювання, горизонтального буріння, пневматичного пробивання або щитового проходження*.

Спосіб проколювання базується на утворенні отворів унаслідок радіального ущільнення ґрунту під час втискування в нього труби з конічним наконечням. Для втискування використовують гідравлічний домкрат.

У котловані укладають ланку труби з наконечням і після вивірення домкратом втискають її в ґрунт на довжину ходу штока, після повернення штока в початкове положення на їхнє місце укладають натискний патрубок (шомпол), процеси повторюють. Після закінчення втискування першої ланки труби на повну довжину шомпол прибирають, а в котлован опускають наступну ланку, яку притискають до вже втисненої в ґрунт ланки, і зварюють їх. За допомогою цього способу в ґрунтах, що добре стискаються, утворюють отвори діаметром до 500 мм.

Спосіб продавлювання застосовують під час прокладання труб великого діаметра (до 1400 мм). Він базується на послідовному втисканні в ґрунт ланок труб та їхньому зварюванні, розробленні ґрунту всередині труби й видаленні його через прокладувану трубу за допомогою шнекової установки, гідромеханічного методу шляхом розмивання ґрунту всередині труби струменем води та подальшого відкачуванням пульпи за допомогою насоса (у легкорозмивних ґрунтах) або желонки з нарощуванням руків'я.

Пневматичне пробивання здійснюють за допомогою спеціального прохідницького віброударного снаряда – *пневмопробійника*, що становить собою саморушійну пневматичну машину, корпус якої є робочою частиною, за допомогою якої утворюють свердловину. Під дією стисненого повітря ударник здійснює зворотно-поступальні рухи і завдає удари по передньому внутрішньому торцяку корпуса, забиваючи його в ґрунт.

Під час *щитового проходження* розроблюваного ґрунту та влаштування стінок тунелю застосовують циліндричну оболонку – щит, що становить собою кільцеву, відкриту з обох кінців конструкцію, внутрішній діаметр якої дорівнює зовнішньому діаметру споруджуваного тунелю. Спереду, у верхній частині щита розташований дашок–виступ, що використовують для захисту робітників від можливого обвалу ґрунту. Просування щита супроводжується врізанням його різального краю в ґрунт під дією гідравлічних домкратів, розміщених по всьому периметру щита.

10.5 Допоміжні процеси під час виконання земляних робіт

Тимчасове зміцнення стінок виїмок. Особливу увагу під час зведення підземної частини будівель і споруд приділяють укосунам і стінкам виїмок. Необхідність їхнього укріплення, а також конструкції кріплення визначають до гідрогеологічних умов і конструкції підземної частини споруди, що зводиться.

Якщо глибина виїмок у піщаних і великоуламкових ґрунтах не більше ніж 1 м, у супесях – 1,25 м, у суглинках і глинах – 1,5 м, а в особливо щільних ґрунтах – 2 м, то вертикальні стінки в ґрунтах природної вологості (за умови відсутності ґрунтових вод) не укріплюють. Тимчасово укріпити стінки земляної споруди можна у вигляді дерев'яного або металевого шпунта за скісного кріплення стінок – дерев'яних щитів з опорними стояками.

Шпунтове огородження застосовують під час розроблення виїмок у водонасичених ґрунтах поблизу будівель і споруд. Шпунт (металевий або дерев'яний) забивають у ґрунт на глибину, що перевищує глибину майбутнього котловану на 2...3 м. Як металеві стояки використовують прокатні профілі (швелер, двотавр, труби) або спеціальний прокат.

Розпірне кріплення застосовують у вузьких траншеях 2...4 м завглибшки сухих і маловологих ґрунтів. Воно складається з вертикальних стояків, горизонтальних дощок, дощаних щитів і розпірок, стійок і щитів, що притискають до стінок траншеї. Стояки, як і розпірки, встановлюють уздовж траншеї через 1,5...1,7 м одна від одної, по висоті – через 0,6...0,7 м.

Скісне кріплення влаштовують під час риття широких котлованів, розташовуючи його усередині котловану. Кріплення складається з щитів або дощок,

притиснутих до ґрунту стояками, розкріплення підкосинами із упорів. Вертикальні стояки укріплюють похилими підкосинами й горизонтальними розпірками. Дощані щити встановлюють між стінками котловану й стояками, проміжок між ними засипають землею, щоб утворити єдину стійку конструкцію.

10.6 Виконання земляних робіт у зимових умовах

Приблизно 15 % загального обсягу земляних робіт доводиться виконувати в зимовий період. У таких умовах трудомісткість розроблення ґрунту значно зростає (ручних робіт у 4...7 разів, механізованих – у 3...5 разів), деякі механізовані засоби застосовуються обмежено – екскаватори, бульдозери, скрепери, грейдери, хоча виїмки взимку можна влаштовувати без укосин. Вода, яка ускладнює проведення робіт у теплу пору року, замерзаючи сприяє їхньому перебігу. Відпадає необхідність у шпунтових огороженнях й у водовідливі.

Залежно від конкретних місцевих умов використовують такі методи розроблення ґрунту: убезпечення ґрунту від промерзання з подальшим розробленням за допомогою звичайних методів; відтавання ґрунту та його розроблення в талому стані; розроблення ґрунту в мерзлому стані з попередніми його розпушенням; безпосереднє розроблення мерзлого ґрунту.

Убезпечення ґрунту від промерзання. Цей метод заснований на штучному створенні на поверхні ділянки, визначеної для розроблення в зимовий період, термоізоляційного покриття та розробленні ґрунту в талому стані. Убезпечення здійснюється до встановлення стійких від'ємних температур, із утепленою ділянкою попередньо відводять поверхневі води.

Застосовують такі способи влаштування термоізоляційного покриття: попереднє розпушування ґрунту, зорювання й боронування ґрунту, перехресне розпушування, укріття поверхні ґрунту утеплювачами.

Попереднє розпушування ґрунту, а також *зорювання і боронування* проводять до настання зимового періоду на ділянці, призначеній для розроблення в зимових умовах.

Глибинне розпушування здійснюють за допомогою екскаваторів на глибину 1,3...1,5 м шляхом перекидання розроблюваного ґрунту на ділянці, де буде розташовуватися земляна споруда.

Перехресне розпушування поверхні здійснюють на глибину 30...40 см. Кожен наступний шар розташовують під кутом 60...90°, а кожне наступне проходження виконують навхлест на 20 см. Таке заходи, зокрема й захист снігового покриву, відтермінують початок замерзання ґрунту на 2,5...3,5 міс, значно зменшується глибина промерзання.

Укривання поверхні ґрунту утеплювачами. Для цього використовують дешеві місцеві матеріали – листя дерев, сухий мох, торф'яний дріб'язок, солом'яні мати, стружку, тирсу, сніг.

Укривання з повітряним прошарком. Ефективнішим є поєднання місцевих матеріалів та повітряного прошарку. Для цього на поверхні ґрунту розкладають лежні завтовшки 8...10 см, на них – обапіл або інший матеріал – гілки, прути, очерет; зверху насипають шар тирси або деревних стружок завтовшки 15...20 см, запобігаючи їхньому здуванню вітром.

Метод розморожування ґрунту та розроблення його в талому стані. Розмерзання відбувається внаслідок впливу тепла. Цей процес трудомісткий і вимагає значних енергетичних затрат.

Способи розморожування класифікують за напрямом розповсюдження тепла в ґрунті і за використовуваним теплоносієм – згорання палива, пар, гаряча вода, електрика. За напрямом розморожування поділяють на три групи.

Розморожування ґрунту зверху вниз. Тепло поширюється у вертикальному напрямі від поверхні вглиб ґрунту. Цей спосіб найпростіший, не потребує підготувальних робіт. Його використовують найчастіше, хоча з погляду економічної доцільності витрат енергії він найбільш недосконалий, оскільки джерело тепла розташовується в зоні холодного повітря й частина енергії витрачається в навколишній простір.

Розморожування ґрунту знизу вгору. Тепло поширюється від нижньої межі мерзлого ґрунту до поверхні. Спосіб найбільш економічний, оскільки ґрунт розмерзається під мерзлою кіркою і тепловтрати практично виключені. Недоліком цього способу є необхідність виконання трудомістких підготувальних операцій, що обмежує сферу його застосування.

Радіальне розморожування ґрунту посідає проміжне місце щодо двох попередніх способів за ступенем витрат теплової енергії. Тепло поширюється в ґрунті радіально від вертикально встановлених прогрівальних елементів.

Відповідно до застосовуваного теплоносія використовують декілька методів розморожування.

Розморожування шляхом згорання палива. Якщо в зимовий період виникає потреба отримати 1...2 ями, найпростішим рішенням є звичайне багаття. Підтримування вогню протягом восьми годин спричинить розморожування ґрунту під ним на 30...40 см. Застосовують цей спосіб у край рідко, оскільки в цьому разі тільки незначна частина теплової енергії витрачається продуктивно.

Електричне прогрівання. Сутність цього методу полягає в пропусканні електричного струму через ґрунт, унаслідок чого він нагрівається. Використовують горизонтальні й вертикальні електроди у вигляді стрижнів або смугової сталі. Щоб електричний струм рухався між стрижнями, необхідно створити струмопровідне середовище. Під впливом тепла нижні шари ґрунту розмерзаються. Цей спосіб достатньо ефективний, якщо глибина промерзання ґрунту – до 0,7 м. Витрати електроенергії на відігрівання 1 м³ ґрунту коливаються в межах 150..300 кВт/год., температура нагрітої тирси не повинна перевищувати 80...90 °С.

ґрунт розморожують за допомогою смугових електродів, що укладають на поверхню ґрунту, очистивши його від снігу та сміття та якщо це можливо розрівнявши. Кінці смугового заліза загинають догори на 15...20 см для підімкнення до електропроводів. Цей спосіб застосовують, якщо глибина відігрівання – до 0,6...0,7 м, оскільки на великій глибині напруга падає, ґрунти менш інтенсивно залучаються до роботи та повільніше нагріваються.

Розроблення мерзлого ґрунту з попереднім його розпушуванням. Мерзлий ґрунт розпушують, а потім розробляють за допомогою землерийних і землерийно-транспортних машин, застосовуючи механічний або вибуховий метод.

Відповідно до норм екологічної безпеки до зимового розроблення ґрунту восени необхідно зняти бульдозером шар ґрунту з ділянки обраної для розроблення. Під час механічного розпушування мерзлий ґрунт *ріжуть, розколюють* або *сколюють* за допомогою статичних або динамічних засобів.

Динамічні засоби використовують для розколювання або відколювання ґрунту молотами вільного падіння та спрямованої дії. Молоти вільного падіння (кульові й клин-молоти) підвішують на канатах до стріли екскаваторів, за допомогою молотів спрямованої дії коли відколюють ґрунт.

Механічний спосіб розпушування передбачає використання землерийних і землерийно-транспортних машин. Застосовують молоти з масою до 5 т, які опускають з висоти 5...8 м: кульові молоти – під час розпушування піщаних і супіщаних ґрунтів, клин-молоти – глинястих (якщо глибина промерзання – 0,5...0,7 м). Як молоти спрямованої дії широко застосовують дизель-молоти на екскаваторах або тракторах: вони дають змогу руйнувати промерзлий ґрунт на глибину до 1,3 м.

Вплив статичних засобів базується на використанні в мерзлому ґрунті безперервного різального зусилля спеціальної робочої частини – зубця-розпушувача, яким обладнують гідравлічний екскаватор (так звана «зворотна лопата») або потужні трактори.

Мерзлі ґрунти розпушують за допомогою вибуху, якщо обсяги розроблення мерзлого ґрунту значні. Цей метод застосовують переважно на незабудованих або частково забудованих ділянках використовуючи укриття й локалізатори вибуху – важкі привантажувальні плити.

Безпосереднє розроблення мерзлого ґрунту. Ґрунт розробляють (без попереднього розпушування) за допомогою двох методів – блокового й механічного.

Блоковий метод розроблення ґрунту застосовують на великих площах. Він базується на усвідомленні того, що монолітність мерзлого ґрунту внаслідок розрізання його на блоки порушується. За допомогою навісного обладнання на тракторі – баровій машині ґрунт під час взаємно-перпендикулярних проходжень розрізають на блоки завширшки 0,6...1,0 м. Якщо глибина промерзання мала (до 0,6 м), достатньо зробити тільки повздовжні розрізи.

Механічний метод базується на використанні сили та поєднується з ударним або вібраційним впливом на масив мерзлого ґрунту. Метод передбачає використання землерийних і землерийно-транспортних машин, а також машин зі спеціально розробленими для зимових умов робочими частинами.

Звичайні серійні машини застосовують під час початкового періоду зими, коли глибина промерзання ґрунту незначна. Пряма і зворотна лопати можуть розробляти ґрунт, якщо глибина промерзання становить 0,25...0,3 м; ківш місткістю понад 0,65 м³ – 0,4 м; екскаватор драглайн – до 0,15 м; бульдозери та скрепери здатні розробляти промерзлий ґрунт на глибину до 0,15 м.

Ґрунт розробляють і за допомогою багатоківшових екскаваторів, спеціально розроблених для прокладання траншей у мерзлому ґрунті. З цією метою використовують спеціальний різальний інструмент у вигляді іклів, зубців або коронок зі вставками з твердого металу, що прикріплюються до ковшів.

ЛЕКЦІЯ 11 УЛАШТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ

11.1 Улаштування стрічкових фундаментів

Монолітні стрічкові фундаменти. Стрічкові фундаменти під стіни влаштовують здебільшого монолітними або зі збірних блоків. Монолітні залізобетонні стрічкові фундаменти виконують у вигляді нижнього армованого шару й неармованої або мало армованої фундаментної стіни, над якою розташовують стіни будівлі.

Процес зведення фундаментів у вигляді стін із монолітного залізобетону передбачає розбивання осей фундаментів, влаштування опалубки, збирання й установлення арматури, а також бетонування. Технологію зведення фундаментів обирають залежно від конструктивних рішень фундаментів і самих будівель, а також від наявного технологічного обладнання та механізмів.

На вибір типу опалубки впливає вид бетонованих конструкцій та їхня повторюваність. Опалубку вибирають на підставі техніко-економічних розрахунків можливих варіантів. Визначальними є такі показники, як витрата матеріалів і праці, собівартість одного обороту опалубки.

Опалубку стрічкових фундаментів із постійним поперечним перерізом збирають залежно від висоти фундаменту. Якщо висота 2...2,5 м, щити встановлюють послідовно й вертикально, з'єднуючи їх на замках, тимчасово розкріплюють інвентарними підкосинами. До них приєднують зачіпи, потім опалубні площини з'єднують стяжками. Щити другого ярусу закріплюють на нижніх після рихтування встановленої опалубки і розташовують їх горизонтально. Якщо висота стрічкового фундаменту більше ніж 2,5 м, конструктивне рішення опалубки подають у технологічній карті.

Щитову опалубку стрічкових фундаментів зі змінним поперечним перерізом у вигляді плити спочатку збирають для нижньої частини фундаменту, верхню частину опалубки можна встановлювати до і після бетонування нижньої частини фундаменту.

Щоб залізобетонні фундаменти були монолітними, їх необхідно бетонувати безперервно, не допускаючи утворення шва. Бетонну суміш укладають шарами завтовшки 20...50 см, кожний наступний шар – після ущільнення попереднього і, здебільшого, до початку його зчеплення.

Стіни підземної частини будівлі бетонують, ураховуючи товщину й висоту стін, а також різновид опалубки. Розбірно-переставне щитове палублення здійснюють у два прийоми: спочатку з одного боку на всю висоту стіни, а після установлення арматури – з іншого. У разі великої висоти й товщини стіни палублення другого боку проводять поярусно під час бетонування. Якщо палублення здійснюють на всю висоту стіни, то в опалубці роблять отвори для подавання бетонної суміші. Стіни, товщина яких більше ніж 0,5 м, палублять на всю висоту, подаючи бетонну суміш зверху за допомогою хоботів.

Збірні стрічкові фундаменти становлять собою збірні фундаментні подушки, армовані за розрахунком, на які встановлюють блоки стін. Залізобетонні фундаментні плити-подушки та бетонні стінні блоки уніфіковані.

Номенклатурно вони поділяються на чотири групи, кожна з яких відрізняється сприймальним навантаженням.

Для підвищення жорсткості споруди, вирівнювання осідання під час будівництва на слабких ґрунтах і антисейсмічності збірні фундаменти підсилюють армованим швом або залізобетонними поясами, що влаштовують над фундаментними подушками або останнім рядом стінних фундаментних блоків по всьому периметру будівлі на одному рівні.

Якщо ґрунти піщані, фундаментні блоки укладають безпосередньо на вирівняну основу, за інших ґрунтів – на піщану подушку завтовшки 10 см. Під подошвою фундаментів не можна залишати насипний або розпушений ґрунт, його необхідно видалити, а замість нього засипати пісок або щебінь. Заглибини в ґрунтовій основі, висота яких більше ніж 10 см, заповнюють монолітним бетоном. Ширина й довжина піщаної основи повинна бути на 20...30 см більшою за розміри фундаменту, щоб блоки не звисали з піщаної подушки.

Фундаментні блоки укладають за схемами, відповідно до проекту, щоб забезпечити проміжки для прокладення труб водопостачання, каналізації та інших відведень.

Під час монтажу фундаментів під колони контролюють положення встановлюваних щодо основних осей блоків, за допомогою нівелірів – положення блоків по висоті. На блоках стаканного типу перевіряють позначку дна стакану, на інших – верхньої площини блока.

Відповідно до монтажної схеми на фундаментах розмічають положення стінних блоків першого (нижнього ряду), відзначаючи місця вертикального шва. Монтаж починають із встановлення маякових блоків у кутах і місцях перетину стін на відстані 20...30 м один від одного. Після встановлення маякових блоків на рівні їхнього верхнього ряду натягують шнур – причалювання, орієнтуючись на яке встановлюють інші ряди блоків.

Наступні ряди блоків монтує у тій же послідовності, розмічаючи розкладання блоків на ряду, який лежить нижче. Перші два ряди блоків встановлюють з покладених фундаментних блоків, наступні – з інвентарного риштування. Марка розчину, на якому повинні монтуватися блоки, вказується в проекті.

Монтажний кран можна розташовувати на брівці котловану, тоді в межах захватки спочатку монтує усі фундаментні блоки, а потім блоки стін підвалу. Якщо кран перебуває в котловані, то фундаменти і стіни підвалу встановлюють окремими ділянками, виходячи з того, що монтажний кран не зможе вдруге увійти в зону, де блоки вже укладені вище рівня землі.

11.2 Улаштування монолітної плити

Суцільні фундаменти (монолітна плита) виготовлені з монолітного залізобетону. За конструктивним рішенням вони можуть бути виконані у вигляді гладкої плити (зі встановленими за необхідності збірними стаканами під колони), гладкої плити з монолітними стаканами, ребристою плити і плити з коробчастим перетином.

Фундаментні плити, днища резервуарів, тунелів мають великі площі і характеризуються насиченим армуванням. Товщина таких плит коливається від

0,2 до 2 м. Способи їх бетонування обирають з урахуванням розмірів у плані, товщини, ступеня армування, наявної механізації виконання робіт, обсягів постачання бетонної суміші.

Фундаментні плити армують зварними сітками у два шари і більше. Арматурні каркаси можуть бути утворені за допомогою різних способів: укладають горизонтальні сітки і встановлюють підтримувальні каркаси або попередньо об'єднують плоскі горизонтальні сітки і підтримують каркаси в просторовий самонесучий армоблок. Армоблоки встановлюють із щілинами, які перекривають одним або двома рядами плоских горизонтальних сіток, що спираються на армоблоки.

Масивні фундаментні плити бетонують з використанням незнімної залізобетонної опалубки із уніфікованих елементів. Опалубні панелі великої площі, а також арматурні каркасні блоки монтують за допомогою монтажних кранів. Кріплення опалубки та каркасів повинно бути надійним і витримувати технологічні навантаження від бетонної суміші, механізмів, машин, робітників та інвентарних пристосувань. Підготовлену до виробництва робіт опалубку необхідно здати по акту.

У кожному блоці бетонування необхідно забезпечити зони робіт: приймання та попереднього розрівнювання й ущільнення. Необхідна швидкість бетонування визначається з умови, що раніше укладена порція бетонної суміші перекривається наступною з відповідним віброущільненням до початку зчеплення бетону в обох зонах. Швидкість бетонування, що приймається, повинна бути забезпечена достатньою кількістю засобів ущільнення бетонної суміші.

Плити, навіть граничної товщини, бетонують в один шар. Одночасно дещо ускладнюється віброущільнення, оскільки внутрішні вібратори необхідно занурювати в суміш на глибину, яка в 1,5...2 рази перевищує довжину робочої частини. Для віброущільнення таких конструкцій доцільно застосовувати навісні вібратори й вібропакети.

Роботи з улаштування монолітних фундаментних плит доцільно виконувати за потоковою організацією робіт із розбиванням на три головних потоки: армування фундаментів, установлення опалубки, зокрема сітчасту на кордоні зон бетонування, і безпосереднє бетонування. Роботи повинні виконуватися в одному ритмі. Головним потоком є бетонування, тому кількість робітників у кожному потоці розраховують виходячи із забезпечення безперервної роботи бетонників.

11.3 Види забивних паль та їхнє влаштування

Палі підрозділяють за цілою низкою ознак на декілька груп:

– *за матеріалом*: дерев'яні, металеві, бетонні та залізобетонні, комбіновані, ґрунтові;

– *за конструкцією*: квадратні, трубчасті, прямокутні й багатокутні, з розширенням і без нього, цілісні і складені, призматичні й конічні, із суцільним перерізом та порожнисті, гвинтові й палі-колони;

– за способом улаштування: забивні, що виготовляють на заводі або на самому майданчику і занурюються в ґрунт, і набивні, що забивають безпосередньо в ґрунт (у заздальгідь пробурені свердловині);

– за особливостями роботи (за способом передавання навантаження на підвалини) – палі-стояки, які передають навантаження від будівлі через свої кінці на скельний або практично нестискуваний ґрунт, і висячі палі, що передають навантаження внаслідок тертя ґрунту по бічній поверхні палі;

– за видом сприйманого навантаження: центральна, вертикально діюче навантаження, навантаження з ексцентриситетом і зусилля висмикування;

– за видом армування залізобетонних паль: із напруженою та ненапруженою повздовжньою арматурою, з поперечним армуванням.

Пальовий куц – кілька поряд розташованих паль, що спільно сприймають загальне навантаження; *ростверк* – конструкція, яка зверху об'єднує палі для їхньої спільної роботи.

Дерев'яні палі виготовляють із деревини сосни, ялини, модрина, кедра, ялиці, дуба. Довжина паль – 4...12 м, діаметр у тонкому кінці – 18...34 см. В нижньому кінці паля загострена на 3...4 грані. Під час забивання в щільні ґрунти і оберігання вістря від руйнування на нього надягають металевий башмак – наконеччя, а на верхню частину – залізне кільце-бугель, що оберігає голову палі від руйнування (розмочалювання) під час забивання.

Металеві палі застосовують в портовому, мостовому, енергетичному та промисловому будівництві, під час зведення висотних споруд (радіощогл, телебашт). Використовують сталеві труби діаметром 25...100 см, рейки, двотаври, гвинтові палі зі спеціальним напальником, які загвинчують у ґрунт.

Палі-оболонки – металеві трубчасті палі діаметром 1,2...2 м і більше, завдовжки до 14 м. За необхідності їх нарощують і з'єднують у місці зварювання. Палі з відкритим нижнім торчком у процесі заглиблення заповнюють ґрунтом, який, ущільнюючись, збільшує несучу здатність палі.

Сталевий шпунт застосовують для влаштування водонепроникливих стінок котлованів, підпірних стінок, пірсів, набережних. Для шпунта виготовляють спеціальні профілі – плоскі, ночно- або Z-подібні, завдовжки до 30 м. В окремих випадках використовують звичайний сталевий прокат.

Залізобетонні палі виготовляють із перетином від 20x20 до 60x60 см і 3...16 м завдовжки зі звичайною й попередньо напруженою арматурою.

Порожнисті палі з квадратним і трубчастим перетином завдовжки 2...6 м застосовують у щільних ґрунтах і в разі малих навантажень від споруди, що зводиться. Зовнішній діаметр може становити до 80 см.

Улаштування пальових фундаментів є комплексним процесом, що передбачає: підготовлення території для ведення робіт; геодезійне розбивання з виносом в натуру положення кожної палі; доставлення на будівельний майданчик, монтаж, налагодження та випробовування обладнання для занурення паль; транспортування готових паль від місця їхнього виготовлення до місця занурення; забивання паль; зрізання готових паль за відміткою; вивезення з будівельного майданчика зрізаних залишків паль; улаштування монолітного або збірного ростверка; демонтаж обладнання.

Із підприємств-виробників палі доставляють в готовому для занурення в ґрунт вигляді. Залежно від характеристик ґрунту використовують декілька методів улаштування паль: *ударний, вібраційний, вдавлюванням, загвинчуванням, з використанням підмиви і електроосмосу.*

Ударний метод базується на використанні енергії удару (впливу ударного навантаження), під дією якого паля нижньою загостреною частиною занурюється в ґрунт. У процесі занурення вона зміщує частки ґрунту до боків, частково – вниз або вгору.

Ударне навантаження на напальник створюють спеціальні механізми:

- *пароповітряні молоти*, які урухомлюються в дію силою стисненого повітря або пари та безпосередньо впливають на ударну частину молота;
- *дизель-молоти*, робота яких базується на передачі енергії газів, що згоряють, на ударну частину молота;
- *віброзанурювачі*: використовується передавальна властивість коливальних рухів робочого органу на палю (використання вібрації);
- *вібромолоти*: поєднуються вібрації та їхня ударна дія на палю.

Віброзанурювачі та вібромолоти використовують під час занурення трубчастих паль-оболонок великого діаметра, а також під час занурення в ґрунт і витягування шпунтових паль.

Дизель-молоти, порівняно з пароповітряними, характеризуються більшою продуктивністю, простотою експлуатації, автономністю дії та меншою вартістю. Автономність забезпечується шляхом піднімання внаслідок робочого ходу двотактного дизельного двигуна.

Маса універсальних копрів значна – до 20 т. Монтаж і демонтаж таких копрів, улаштування підкранових колій для них – досить трудомісткі процеси, тому універсальні копри застосовують для забивання паль довжиною більше ніж 12 м у разі значного обсягу робіт з палями на об'єкті.

У промисловому й цивільному будівництві здебільшого використовують палі завдовжки 6...10 м, які забивають за допомогою самохідних установок для забивання паль. Забивання паль складається з трьох основних повторюваних операцій: пересування й установа копра на місце забивання палі; піднімання й установа палі в позицію для забивання; забивання палі.

Процес забивання паль передбачає такі дії: установа палі в проектне положення, надягання напальника, опускання молота й перші удари по палі з висоти 0,2...0,4 м, після занурення палі на глибину 1 м – перехід до режиму нормального забивання. Внаслідок кожного удару паля занурюється на певну глибину, яка зменшується відповідно до заглиблення палі. Далі настає момент, коли глибина забивання палі стає непомітною. Фактично паля занурюється в ґрунт на одну й ту саму малу величину, що називається відмовою.

Занурення паль *вібруванням* здійснюють за допомогою вібраційних механізмів, які діють на палю динамічно, що дає змогу подолати опір тертя на бічних поверхнях палі та лобовий опір ґрунту, який виникає під вістрям палі, і занурити палю на проектну глибину.

Більш універсальним є *віброударний спосіб* занурення паль за допомогою вібромолота. Під час роботи вібромолота, окрім вібраційного впливу, на палю

періодично опускається ударник, що спричиняє динамічний вплив на голову палі. Поширення набули пружинні вібромолоти.

Метод *вібраційного вдавлювання* базується на комбінації вібраційного або віброударного впливу на палю та статичного привантажу.

Занурення палей шляхом *вдавлювання* застосовують для коротких палей суцільного та трубчастого перетину (3...5 м). Статичне вдавлювання виконують в такій послідовності: палю встановлюють у вертикальне положення в напрямній стрілі агрегату; на голову палі опускають і закріплюють на ній напальник, передавальний тиск від базової машини через систему блоків і поліспастиків безпосередньо діє на палю, яка внаслідок цього тиску поступово занурюється в ґрунт; після опускання палі до проектною відмітки занурення припиняють, знімають напальник, агрегат переїжджає на нову позицію.

Занурення палей методом загвинчування базується на закручуванні сталевих та залізобетонних палей зі сталевим наконечням за допомогою мобільних установок, змонтованих на базі автомобілів або інших самохідних засобів. Метод застосовують найчастіше під час влаштування фундаментів щогл ліній електропередач, радіозв'язку та інших споруд, де достатньою мірою можуть бути використані несуча здатність гвинтових палей і опір їхнього висмикування.

Залежно від призначення (передавання навантаження на велику площу або заглиблення в щільні ґрунти) гвинтові лопаті напальників можуть бути в діаметрі до 3 м, мінімальний діаметр лопатей – 30 см; довжина палей може перевищувати 20 м.

Занурення палей за методом підмиву ґрунту застосовують для незв'язних і малопов'язаних ґрунтів – піщаних і супіщаних. Доцільно використовувати підмив у разі використання палей з великим поперечним перерізом і великої довжини, але його не можна застосовувати до висних палей. Спосіб полягає в тому, що під дією води, яка подається під тиском у вістря палі, ґрунт розпушується і частково вимивається.

11.4 Види набивних палей та їхнє влаштування

Набивні палі влаштовують на місці їхнього майбутнього встановлення шляхом заповнення свердловини (порожнини) бетонною сумішшю або піском. Їхніми перевагами є можливість виготовлення палей будь-якої довжини; відсутність значних динамічних впливів під час влаштування; можливість застосування за певних обмежень та у разі необхідності зміцнити наявний фундамент.

Набивні палі можуть бути бетонними, залізобетонними та ґрунтовими, до того ж передбачається можливість влаштування палей з розширеною п'ятою. Спосіб влаштування палей простий. У попередньо пробурену свердловину для заповнення подається бетонна суміш або ґрунти, здебільшого піщані.

Застосовують такі різновиди набивних палей: буронабивні, пневматичні набивні, вібраційні трамбовані, часто трамбовані, вібраційні набивні, піщані і ґрунтобетонні. Довжина палей становить 20...30 м при діаметрі 50...150 см.

Залежно від особливостей ґрунтів *буронабивні палі* влаштовують одним із таких способів: *сухим*, без кріплення стінок свердловин, *із застосуванням*

глинястого розчину (для запобігання обвалення стінок свердловини) і з кріпленням свердловини обсадною трубою.

Сухий спосіб застосовується під час робіт на стійких ґрунтах (просадкові й глинясті твердої, напівтвердої і тугопластичної консистенції), які укріплюють стінки свердловини. Свердловина необхідного діаметра розбурюється за методом обертального буріння в ґрунті на задану глибину. Після приймання свердловини в установленому порядку за необхідності в ній монтують арматурний каркас і бетонують методом вертикально переміщеної труби.

Застосування глинястого розчину. Влаштування буронабивних паль в слабких водонасичених ґрунтах передбачає збільшення трудовитрат, що обумовлено необхідністю укріплення стінок свердловини для запобігання їхнього обвалювання. У таких нестійких ґрунтах для запобігання обвалювання стінок свердловин застосовують насичений глинястий розчин бентонітових глин щільністю 1,15...1,3 г/см³, який спричинить гідростатичний тиск на стінки, тимчасово укріплює окремі ґрунти, особливо обводнені й нестійкі, до того ж унеможливує обвалювання стінок свердловин. Цьому сприяє й утворення на стінках свердловини глинястої кірки внаслідок потрапляння розчину в ґрунт.

Укріплення свердловин обсадними трубами. Влаштувати палі цим методом можна за будь-яких гідрогеологічних умов; обсадні труби можуть бути залишені в свердловині або витягнуті з неї в процесі виготовлення палі. Обсадні труби з'єднують між собою за допомогою замків спеціальної конструкції (якщо це інвентарні труби) або на зварюванні. Бурять свердловини обертальним або ударним способом. Занурення обсадних труб у ґрунт в процесі буріння свердловини здійснюють гідродомкратами.

Буронабивні палі з розширеною п'ятою. Діаметр таких паль – 0,6...2,0 м, довжина – 14...50 м. Використовують три способи влаштування розширення паль. Перший спосіб – розпирання ґрунту посиленням трамбуванням бетонної суміші в нижній частині свердловини (неможливо оцінити якість робіт), ступінь перемішування бетону з ґрунтом і його несучу здатність.

Вибуховий спосіб влаштування розширень. У пробурену свердловину встановлюють обсадну трубу. На дно свердловини опускають заряд вибухової речовини розраховуваної маси, дроти від детонатора виводять до вибухової машини, що знаходиться на поверхні. Свердловину заповнюють бетонною сумішшю на 1,5...2,0 м, піднімають на 0,5 м обсадну трубу й здійснюють вибух. Енергія вибуху ущільнює ґрунт і створює сферичну порожнину, яка заповнюється бетонною сумішшю з обсадної труби. Після цього порціями і з необхідним ущільненням обсадну трубу заповнюють бетонною сумішшю.

Буронабивна паля з башмаком. Особливість методу в тому, що в пробурену свердловину опускають обсадну трубу, яка має на кінці вільно опертий чавунний башмак, що залишається в ґрунті після занурення обсадної труби на необхідну глибину. Порційно завантажуючи бетонну суміш, регулярно її ущільнюючи й поступово витягуючи трубу, отримують готову набивну бетонну палю.

Труробетонні палі. Принципова відмінність методу в тому, що обсадна труба завдовжки 40...50 м має в нижній частині жорстко закріплений башмак.

Після досягнення дна свердловини труба залишається там, не виймається й заповнюється бетонною сумішшю.

Пневматичні трамбовані палі. Палі застосовують під час влаштування фундаментів в насичених водою ґрунтах з великим коефіцієнтом фільтрації. Бетонну суміш укладають у порожнину обсадної труби за постійного підвищеного тиску повітря (0,25...0,3 МПа), який подається від компресора через ресивер, що нормалізує коливання тиску.

Застосовують також *метод віброштампування*, використовуючи верстат ударно-канатного буріння. Спочатку на глибину до 0,5 довжини палі пробурюється свердловина-лідер, потім свердловину пробивають ударним снарядом на необхідну глибину. Завантажують в нижню частину свердловини жорстку бетонну суміш стовпом 1,5...2 м і за допомогою трамбування ударами утворюють в основі палі розширену п'яту. У гирлі свердловини встановлюють обсадну трубу, монтують арматурний каркас і бетонують верхню частину палі.

Метод вібраційного формування палей передбачає наявність вібраційного формувача. Його порожнисте наконечня в нижній частині має лопаті й з'єднується через жорстку штангу з віброзанурювачем. Під час дії останнього наконечня занурюється в ґрунт і утворює свердловину, яка під час занурення наконечня заповнюється бетонною сумішшю з бункера, встановленого над гирлом свердловини. Після буріння свердловини наконечня трохи піднімають, одночасно його лопаті розкриваються, через порожнину наконечня бетонна суміш потрапляє на дно свердловини. Замість стулок, що відкриваються самі можна використати чавунний башмак, що втрачається.

Палі, що втрамбовують, використовують в сухих пов'язаних ґрунтах. В пробурену свердловину за допомогою віброзанурювача, закріпленого на екскаваторі, занурюють до проектної відмітки сталеву обсадну трубу, що має на кінці здійманий залізобетонний башмак. Порожнину труби заповнюють на 0,8...1,0 м бетонною сумішшю й ущільнюють її за допомогою спеціальної штанги, що трамбує, яка приєднана до віброзанурювача.

Піщані набивні палі – найбільш дешевий спосіб ущільнення слабких ґрунтів. Сталева обсадна труба з башмаком занурюється в ґрунт за допомогою віброзанурювача. Досягнувши проектної відмітки, вона частково заповнюється піском, під час піднімання обсадної труби під дією маси піску вона відокремлюється від башмака, і за допомогою віброзанурювача витягується на поверхню; ґрунт від вібраційних струсів ущільнюється. Додаткового ущільнення можна досягнути шляхом промивання свердловини водою. Застосовують труби діаметром 32...50 см; під час витягання в трубі завжди повинен знаходитися шар піску висотою 1,0...1,25 м. Спосіб застосовується для свердловин завглибшки до 7 м.

11.5 Улаштування фундаментів глибокого закладання

Під будівлі та споруди, чутливі до нерівномірного осідання або передавання на фундамент значних зосереджених навантажень, необхідно влаштовувати надійні підвалини зі скельних, напівскельних порід або слабостискуваних ґрунтів. Такі підвалини залягають на великій глибині і часто

перекриваються водоносними пластами. За таких умов застосовувати відкритий спосіб влаштування фундаментів глибокого закладання технічно складно й економічно недоцільно. Їх споруджують у вигляді глибоких бурових опор, опор з тонкостінних збірних оболонок, стін, що споруджуються методом «Стіна в ґрунті», опускних колодязів, кесонів.

Глибокі бурові опори є різновидом буронабивних паль, технологія їхнього влаштування аналогічна, але вони відрізняються за розмірами: їхній діаметр досягає 1,6; 2 і 3 м, а глибина – 60 м. Щоб їх утворити, спеціальним обладнанням бурять свердловини, потім буровим розширювачем пробурюють у підвалині розширення діаметром 2,5; 4 і 5 м відповідно. Обладнання придатне для використання в будь-яких ґрунтах, крім скельних. Усі роботи виконують під шаром глинястого розчину.

Опори з тонкостінних збірних оболонок. Металеві та залізобетонні оболонки, що збираються з секцій завдовжки 12 м та діаметром до 4,5 м, занурюють шляхом загвинчування або вібрування з підмивом. Усі способи аналогічні до використовуваних під час занурення паль, застосовується лише інше обладнання. Перевагою фундаментів зі збірних тонкостінних оболонок є індустріальність їхнього виготовлення і можливість механізувати процеси. У багатьох випадках такими фундаментами замінюють опускні колодязі та кесони. Деяка менша несуча здатність фундаментів-оболонок компенсується можливістю влаштування з них кушових опор, що поєднуються загальним залізобетонним ростверком.

Оболонки, що занурюються за допомогою загвинчування, складаються з гладкого циліндричного стовбура, гвинтових лопатей і гострого наконечця. Лопаті й наконечця – металеві, стовбур оболонки – із залізобетонних секцій, з'єднаних болтами. Для загвинчування великих оболонок застосовують спеціальний механізм – *кабестан*, який обертається з частотою до 0,5 об./хв, розвиваючи крутний момент до 1000 кН/м.

Безперервне розроблення ґрунту здійснюють шляхом гідромеханізації, пропускаючи подавальний і відвідний трубопроводи через спеціальні отвори в наголовники віброзанурювача. *Періодичне* розроблення застосовують, якщо ґрунти містять кам'яністі включення або потрібно пробурити верхній шар скелястих порід у разі посадки підшви оболонки на підвалини.

Скельні ґрунти розробляють на глибину вивіреного шару або, у разі похилого залягання пласта, методом ударно-канатного буріння, застосовуючи важкі долота масою до 7 т. Посаджену на проектну відмітку оболонку очищують від ґрунту, промивають і бетонують. За наявності підпору ґрунтових вод оболонку перед бетонуванням заповнюють водою до рівня ґрунтових вод і потім тампонуєть методом підводного бетонування. Коли бетон тампону набуває необхідної міцності, воду відкачують і подальше бетонування проводять насухо, заповнюючи всю порожнину оболонки або тільки потовщуючи її стінки.

Влаштування фундаментів і стін заглиблених споруд в нестійких водою насичених ґрунтах успішно здійснюється методом «Стіна в ґрунті». Сутістю методу полягає в тому, що вузька траншея для майбутніх стін і фундаментів заглибленої споруди відривається відразу на всю глибину під шаром глинястого

тиксотропного розчину. Гідростатичний тиск останнього запобігає обваленню ґрунтових стін і потраплянню ґрунтової води в траншею.

Спеціальний широкозахватний грейфер з копровою стійкою або штанговий екскаватор дає змогу вирити траншею глибиною до 20 м. Широкозахватний грейфер, під'єднаний до екскаватора не на штанзі, а на підйомному канаті, вириває траншею завглибшки до 45 м.

Збірні стіни монтують із тонкостінних панелей, встановлюваних на шар щебеню, що підсипають на дно траншей. Чергову панель, яка занурюється в траншею, фіксують спереду кондуктором, а позаду інвентарним швелером, що з'єднує її в замок із заставними деталями попередньої панелі.

Зафіксовані в проектному положенні панелі стіни замоноличують під час бетонування фундаментної подушки. Бетонну суміш подушки укладають одночасно по обидва боки панелей через бункер по двом бетонолитним трубам. Пазухи траншеї заповнюють шляхом засипання так: зовнішню – глиняно-щебеневою сумішшю, яка надалі слугує як гідроізоляція, а внутрішню – легкорозроблюваною ґрунтово-піщаною сумішшю. Глинястий розчин, що витісняється у бік забою екскаватора, наприкінці траншеї відводять у відстійник або відсмоктують грязьовим насосом.

Після замикання контуру стін ґрунт усередині контуру розробляють по ярусно до заданої відмітки дна. Стики панелей, що відкриваються, закладають бетоном. Монолітні стіни в траншеях влаштовують за методом ВПТ за захватками завдовжки 6...12 м. Суміжні захватки розділяють інвентарною залізобетонною палею або сталеву інвентарною трубою, що вдавлюється між стінками траншей врозпір до її дна. Перед бетонуванням дно траншеї на захватці очищують від опадів, а вкритий шламом глинястий розчин замінюють свіжим.

Після цього в траншею занурюють арматурні каркаси, облаштовані відгинами-санчатами, що забезпечують необхідну товщину захисного шару, і діафрагмами зі сталевих листів завтовшки 3 мм. Крізь отвори діафрагм пропущені кінці горизонтальних стрижнів арматурного каркаса, що необхідно приварити до випусків арматури сусідньої захватки. Далі в траншею опускають бетонолитну трубу і бетонують стіни на захватці. Глинястий розчин що, витискається бетоном, відводять у відстійники. Коли бетон набуває розпалубленої міцності, інвентарну палею витягують і переставляють на межу з наступною захваткою. Після досягання проектною міцності бетону розробляють ґрунти внутрішнього об'єму.

Опускні колодязі застосовуються для зведення фундаментів глибокого закладання і опускних (заглиблених) споруд. У плані опускні колодязі можуть бути круглі, іноді еліптичні й прямокутні, а за обрисом зовнішньої поверхні – циліндричні, конічні й східчасті. Опускні колодязі виготовляють із залізобетону. У нижній частині колодязь обладнаний ножем (залізобетонним), ріжучий окрайок якого обличкований сталевими кутками або листами.

Метод влаштування опускних колодязів базується на тому, що конструкцію зводять (встановлюють) на поверхні землі, а потім всередині неї розробляють ґрунт у напрямку від центру до ножа. Ніж, втрачаючи опору з внутрішнього боку, під дією ваги конструкцій, що розташовуються вище,

видавлює ґрунт всередину, і колодязь опускається. За найпростішого способу перевірення співвідношення цих величин припускають, що сила тертя ґрунту на одиницю бічної поверхні стінки колодязя збільшується до глибини 5 м, а далі не змінюється. Якщо вага колодязя не перевищує силу тертя об ґрунт, збільшують товщину стін колодязя, щоб зменшити силу тертя стін колодязя об ґрунт шляхом застосування підмиву або влаштування тиксотропної сорочки.

Опускні колодязі можна влаштовувати як із поверхні суходолу, так і з місцевості, залитої водою. Підготувальні роботи на поверхні суходолу передбачають влаштування котлована у верхніх сухих ґрунтах відкритим способом. Дно котлована повинне розміщуватися на 0.5...1 м вище рівня ґрунтових вод; його планують під горизонтальну площину й ущільнюють. У разі опускання колодязів на місцевості, вкритій водою, роботи проводять зі штучних острівців або риштування. Верх острівців влаштовують на 0,5 м вище рівня води, передбачуваного на період опускання колодязя. Острівці насипають з укосами (у разі малої глибини водоймища) або в шпунтових огорожах (у разі великої глибини або сильної течії).

Кесонний метод влаштування фундаментів глибокого закладання застосовують, коли зануренню звичайних опускних колодязів заважає сильний наплив ґрунту або ґрунти містять великі включення твердих порід, а значний приплив води ускладнює роботи з осушення. У нижній частині оболонки фундаменту розташовується кесонна камера, у верхній – шлюзовий апарат.

Сутність методу полягає в тому, що під час занурення оболонки в кесонну камеру нагнітається стиснуте повітря, що витісняє ґрунтові води за межі ножа. Внутрішній тиск повітря запобігає напливові ґрунту, і тверді включення розробляються в осушеному просторі камери. Шлюзовий апарат, що має герметичні двері назовні і люк в шахту, використовується для входу в кесон і транспортування вийнятого ґрунту.

Стиснуте повітря в кесон і в шлюзовий апарат подають окремо. Раптове зниження тиску в кесоні може призвести до аварії і важких захворювань робітників, тому двері й люки завжди роблять такими що, відкриваються в бік більшого тиску, що унеможливорює випадкові втрати повітря. Щоб відкрити зовнішні двері, коли кесон знаходиться під тиском, потрібно закрити люк в шахту і знизити тиск в шлюзовому апараті.

Коли зовнішній і внутрішній тиски будуть однакові, двері можна відчинити. До того ж тиск повітря в шахті і в кесоні збережеться. Увійшовши в шлюзову камеру, зовнішні двері закривають. Потім піднімають тиск повітря всередині камери до рівня тиску в кесоні. Тільки після цього можна відкрити люк шахти, щоб увійшли робітники або для транспортування ґрунту.

Шахту монтують з ланок труб на фланцях. Її можна нарощувати в разі опускання, не знижуючи тиску в кесоні. Із цією метою закривають люк на стелі кесона, знижують тиск в шахті і виконують роботи з нарощування.

Кесони, як і опускні колодязі, занурюються в ґрунт під дією ваги конструкцій. В цьому випадку зануренню перешкоджає не тільки опір ґрунту, а й тиск повітря в кесонній камері. Регулюючи в певних межах надлишковий тиск повітря, можна керувати процесом занурення й рівнем води в кесоні.

12 ВИКОНАННЯ КАМ'ЯНИХ РОБІТ

12.1 Види та елементи кам'яного мурування

Кам'яні матеріали застосовують під час зведення фундаментів, несучих і огорожувальних конструкцій будівель, у декоративному оздобленні.

Кам'яні конструкції складаються з окремих каменів, з'єднаних розчином, який, затверднувши утворює монолітний масив. Недоліками кам'яного мурування є велика відносна маса конструкцій, мала продуктивність праці, високі матеріальні витрати, неможливість механізувати процес мурування.

Залежно від виду застосовуваних матеріалів кам'яне мурування поділяють на мурування зі *штучних і природних каменів*. Зі свого боку для мурування зі штучних каменів використовують цеглу суцільну й пустотілу, а також суцільні й пустотілі прямокутові камені (блоки).

Залежно від застосовуваних каменів розрізняють такі види мурування:

- *цегляне* – з глиняної та силікатної суцільної і пустотілої цегли;
- *цегляне з личкуванням* – зі штучних і природних каменів та блоків;
- *дрібноблочне* – із природних (ракушняки, поруваті туфи) і штучних, бетонних та керамічних каменів, що укладаються вручну;
- *тесове* – із природних оброблених каменів правильної форми, що укладаються вручну або за допомогою крану;
- *бутове* – із природних каменів неправильної форми;
- *бутобетонне* – із буту й бетонної суміші, зазвичай в палубленні.

Елементи кам'яного мурування. Цегла й камені правильної форми мають шість граней. Нижню й верхню називають ліжками, дві бічні більшого розміру – довжиками, дві бічні меншого розміру – поперечниками.

Ліжко – поверхня каменів, що сприймає й передає зусилля на нижні шари мурування. *Довжик* – камінь, покладений довгою стороною уздовж стіни.

Поперечник – камінь, покладений короткою стороною уздовж стіни. *Шов* – простір між каменями в повздовжньому й поперечному напрямках, заповнений розчином. *Верстви* – зовнішні ряди цегли під час мурування, використовують зовнішню і внутрішню верстви. Заповнення між верствами – *забутування*.

Довжиковий ряд – спосіб укладання зовнішніх верств з довжиків. *Поперечний ряд* – зовнішня верства укладається з поперечників. Укладають – цілий камінь, половинки, три чверті і чверть.

Мурування називають *пустошовкою*, якщо зовнішній шов не заповнюють розчином на глибину до 1...1,5 см, що призводить до кращого зв'язування мурування й розчину під час тинькування. Мурування *під розшиття*: зовнішня стіна має природний вигляд, а шов мурування заповнюють повністю, надаючи йому різкої форми – опуклої, увігнутої, трикутної, прямокутної. *Впідрізку* – якщо розчин заповнює шов до рівня зовнішньої поверхні стіни.

12.2 Матеріали для кам'яного мурування

До штучних кам'яних матеріалів належить цегла керамічна, силікатна повнотіла й пустотіла, керамічні та силікатні камені пустотілі, камені бетонні та гіпсові стінні. *Повнотіла керамічна цегла* має розміри 250x120x65 мм, модуль-

на (потовщена) – 250x120x88 мм, маса цегли 3,6...5 кг. Щільність – 1,6...1,8 т/м³, марка цегли – 75, 100, 150, 200, 250 і 300, водопоглинання – до 8 %. Цеглу виготовляють шляхом пластичного пресування з подальшим випалюванням. *Пустотіла, порувата й дірчаста цеглини* мають за тих самих розмірів висоту у плані 65, 88, 103 і 138 мм (в 1,25, 1,5 і 2 в рази більшу висоту порівняно з повнотілою цеглою), меншу щільність – 1,35...1,45 т/м³. Марка цегли – 75, 100 і 150. Застосування цегли уможливило зменшення маси стінних виробів до 30 %.

Силікатну цеглу застосовують для стін з відносною вологістю не більше ніж 75 %, марка цегли – 75, 100 і 150. Цегла виготовляється за допомогою пресування сировинної суміші вапна та кварцового піску з подальшим автоклавним обробленням.

Керамічні та силікатні пустотілі камені мають такі розміри: звичайні – 250x120x138 мм, укрупнені – 250x250x138 мм і модульні – 288x38x138 мм. Товщина каменю співвідноситься з товщиною двох цегл, покладених на постіль, з урахуванням товщини шва між ними. Поверхня каменів може бути гладкою та карбованою.

Камені бетонні й гіпсові стінні виготовляють суцільними порожнистими. Їх виготовляють з важких, полегшених і легких бетонів та гіпсобетону з розмірами 400x200x200 мм, 400x200x90мм і масою до 35 кг. Пустотілі та силікатні цеглини не можна застосовувати для мурування стін нижче гідроізоляційного шару, для мурування цоколів і стін мокрих приміщень.

Розчини зв'язують окремі камені в єдиний моноліт, з їхньою допомогою вирівнюють ліжка каменів, внаслідок чого забезпечується рівномірне передавання діючого зусилля від одного каменя до іншого; розчин заповнює проміжки між каменями і перешкоджає потраплянню в мурування повітря й води.

Класифікація розчинів за видом заповнювачів. Розчини можуть бути *важкими* або *холодними* (на кварцовому або природному піску зі щільних гірських порід з щільністю більше 1500 кг/м³); *легкими* або *теплыми* (на шлаковому, пемзовому або туфовому піску, попелі ТЕЦ, доменних гранульованих або паливних шлаках).

Класифікація розчинів за типом в'язучого:

– *цементні розчини*, застосовують для конструкцій, які розташовуються нижче поверхні землі, в завантажених стовпах, простінках, в армованому муруванні. Суміш від 1:2,5 до 1:6, марка розчину – 100...300;

– *вапняні розчини*, використовують в сухих місцях і в разі невеликого навантаження. Вони володіють великою рухливістю, пластичністю. Застосовують склади – 1:4...1:8 і марки 4, 10 та 25;

– *змішані або складні розчини*, цементно-вапняні й цементно-глиняні. Суміш – 1:0,1:3...1:2:15, марка розчинів – 10, 25, 50, 75 і 100. Такі розчини застосовують для мурування більшості будівельних конструкцій.

Швидкість наростання міцності розчину залежить від властивостей в'язучих складників і умов тверднення. При температурі 15 °С міцність простого розчину наростатиме так: через 3 доби – 25 % маркової міцності, через 7 діб – 50 %, через 14 діб – 75 % і через 28 діб – 100 %.

Зручноукладуваність приготовленого розчину залежить від ступеня його рухливості й водоутримуючої зтатності, що захищає розчин від розшарування – швидкого відділення води й осідання піску.

12.3 Системи перев'язування швів. Способи укладання цегли

Кам'яне мурування, виконуване з окремих цеглин, що з'єднується розчином в одне ціле, повинне бути монолітом, у якому укладені камені не зміщувалися б під впливом діючих на мурування навантажень. Щоб камені не зміщувалися, їх укладають з дотриманням певних вимог – правил розрізання кам'яного мурування.

Правило перше. Мурування виконують плоскими рядами, перпендикулярними до сили, що діє. Правило встановлює максимально допустимий кут нахилу сили, що діє на горизонтальний ряд кладки.

Правило друге. Повздовжні й поперечні вертикальні шви в муруванні не повинні бути наскрізними по висоті конструкції, мурування виявиться розчленованим на окремі стовпчики.

Правило третє. Площини вертикального розрізання мурування сусідніх рядів повинні бути порушені, тобто під кожним вертикальним швом ряду мурування повинні бути розташовані камені, а не шви.

Цеглини й камені в шарах мурування укладають в певній послідовності, чергуючи їх. Такий вид робіт називається системою перев'язування швів мурування. Шари мурування з каменів правильної форми називають рядами мурування. Горизонтальний шов має середню товщину 12 мм для цегли й 15 мм для природних каменів, а вертикальний – повинен мати товщину 10 мм для цегли й 15 мм для природних каменів.

Товщину суцільного цегляного мурування призначають кратною 0,5 цегли. Стіни можуть мати таку товщину: півцегли – 12 см; цегла – 25 см; півтори цегли – 38 см; дві цегли – 51 см; дві з половиною цегли – 64 см; три цегли – 77 см. Висоту рядів мурування становить висота цегли або каменів і товщина горизонтального шва розчину. У разі середньої товщини шару розчину 12 мм і цегли 65 мм висота ряду буде становити 77 мм, за товщини потовщеної цегли 88 мм – 100 мм відповідно. У разі використання цегли завтовшки 65 мм на 1 м мурування у висоту розміщується 13 рядів, якщо товщина цегли 88 мм – 10 рядів.

У кам'яному муруванні розрізняють перев'язування вертикального, повздовжнього й поперечного шва. Перев'язування повздовжнього шва необхідне для того, щоб мурування не розшаровувалося уздовж стіни на більш тонкі складники і щоб виниклі в муруванні напруги рівномірно розподілялися по всій ширині стіни. Перев'язування поперечного шва необхідне для повздовжнього зв'язку між окремими цеглинами, що перерозподіляє навантаження на сусідні ділянки мурування й сприяє збереженню монолітності стіни у разі можливих нерівномірних опадів та температурних деформацій. Перев'язування поперечного шва виконують за довжиковими й поперечними рядами, а повздовжніх – тільки за поперечними. Найбільш розповсюджені системи перев'язування: *однорядна, багаторядна і чотирирядна.*

Мурування з цегли починають і закінчують поперечними рядами. Їх розташовують у місцях обпирання брусів, прогонів, ферм, плит перекриттів і покриттів, у виступаючих рядах мурування – карнизах, поясах, незалежно від послідовності мурування рядів визначеної системи перев'язування (див. рис. 5.3). Поперечними рядами пов'язують верстові ряди з забутуванням, тому вони завжди повинні виконуватися з цілої цегли.

Процес мурування з використанням цегли складається з таких технологічних операцій: зведення кутів, установлення шнура-причалки, подавання й розкладання цегли, розстеляння розчину, укладання цегли на підготовлену розчинну постіль, перевірка мурування, розшивання фасадного шва.

Кути повинен мурувати муляр високої кваліфікації, оскільки ця операція є найбільш відповідальною і вимагає старанності виконання.

Прямі кути потрібно мурувати взаємно перпендикулярними щодо розташування цілих цегл. Використовують здебільшого ланцюгове або п'ятирядкове перев'язування. Під час реставраційних і ремонтних робіт застосовують голандську, хрестову та інші системи.

Для дотримання горизонтальності рядів мурування причалювання з шнура діаметром 2...3 мм установлюють з обох боків стіни порядково для зовнішньої верстви і через 2...3 ряди – для внутрішньої, орієнтують їх за допомогою порядівок, скоб тощо.

У разі застосування ступінчастого способу причалювання зазвичай прикріплюють до маякового мурування за допомогою скоб або цвяхів. У першому випадку причалювання прив'язують до довгого тупого кінця скоби, короткий гострий кінець якої встромляють у шов мурування.

Розчин на стіну подають в обсязі, достатньому для укладання 5...10 цеглин, оскільки за більшої площі розстеляння спостерігається зневоднення розстеленого розчинного прошарку і, відповідно, неякісно обтискається шов. Під час мурування впустошовку розчин розстеляють по верхній грані мурування, відступаючи від краю стіни на 20...25 мм, під час мурування з повним швом – на 10...15 мм. Під забутування розчин розстеляють суцільною стрічкою.

Цеглу укладають за допомогою таких способів: вприсик, впритул, вприсик з підрізанням.

Спосіб «вприсик» застосовують під час мурування забутування і верстової частини стіни впустошовку. Муляр у такому разі працює без кельми, а тому може укладати цеглу двома руками.

Спосіб «впритул» застосовують тоді, коли необхідно повністю заповнити зовнішній шов. Для утворення вертикального шва муляр кельмою розрівнює, загібає і притискає розчин до раніше укладеної цеглини, після чого поступово виймає кельму, продовжуючи притискати торчак цегли.

Спосіб «вприсик з підрізанням» відрізняється від способу вприсик тільки тим, що надлишки витисненого розчину зрізають кельмою, як у разі мурування «впритул».

Муруючи «під розшивку», шов заповнюють повністю і підрізають розчин. Стовпи і простінки мурують за трьохрядною системою перев'язування

з цілої цегли. Простінки, ширина яких більше ніж 1 м викладають за багаторядковою системою перев'язування.

Щоб збільшити несучу здатність сильно навантажених стовпів і простінків, їх через 4...5 рядів армують металевими сітками або стрижнями. Під час армування використовують зварні прямокутні або зигзагоподібні сітки.

Пілястри і контрфорси виконують за напрямом мурування. Пояски, сандрики викладають за ланцюговою системою перев'язування з добірної цілої цегли. Провисання кожного ряду мурування в карнизах допускається не більше ніж на 1/3 довжини цегли. У разі значного виносу сандриків застосовують збірні елементи.

Мурування стін з личкуванням застосовують для створення кращого зовнішнього вигляду фасадів і збільшення опірності зовнішніх поверхонь стін щодо атмосферних впливів. Використовують чолову цеглу, плити керамічні та з природного каменю з обов'язковим перев'язуванням мурування за типом однорядного або багаторядного мурування.

Личкують стіни цеглою і керамічними каменями одночасно з цегляним муруванням, укладаючи їх довжиковими рядами і перев'язуючи з основним муруванням поперечними рядами, закладаючи цеглини на 0,5 довжини в моноліт основного мурування. Зв'язують личкувальне мурування з основним також за допомогою штирів із нержавіючої сталі.

Мурування стін полегшеної конструкції використовують для зменшення витрати цеглин і загального зменшення маси мурування. Мурування складається з двох паралельних довжикових стінок з перев'язуванням поперечниками через 3...5 рядів. Утворену порожнину засипають теплоізоляційним, легким бетоном, блоками або плитами для утеплення. З метою надання більшої жорсткості конструкціям у стінах в дві і менше цеглин в шаховому порядку та на різних рівнях влаштовують поперечні ряди. Застосування полегшеного мурування уможливорює зменшення витрат цегли на 30...40 %, та значно скорочує трудомісткість і вартість робіт.

Специфікою *армованого кам'яного мурування* є підвищення міцності шва шляхом укладання арматурної сітки або окремих стержнів, для поперечного армування застосовують прямокутні дротяні сітки або сітки «зигзаг».

Зовнішні стіни виконують за трьома основними конструктивними схемами – *масив, масив з утеплювачем усередині або на поверхнях стіни*. Під час укладання утеплювача в тіло стіни спочатку мурують основну частину стіни на висоту ярусу (в 1,5...2 цегли). В процесі робіт у шви через два ряди цегли з кроком 50 см укладають шпині з нержавіючої сталі діаметром 5...8 мм. Виступаючий за мурування кінець повинен бути на 3...5 см більшим за товщину утеплювача. Після виконання мурування на висоту ярусу на стрижні нанизують плитковий утеплювач, далі на висоту ярусу, з урахуванням виступаючих стрижнів викладають внутрішню частину мурування (0,5...1 цегла).

Третя схема передбачає розміщення утеплювача з зовнішнього або внутрішнього боку мурування. Зовні, як елемент оздоблення фасаду, встановлюють плитковий утеплювач, зверху закріплюють оздоблювальну сітку, на ній влаштовують захисний шар і фарбують.

12.4 Мурування з керамічних, бетонних і природних каменів

За однорядною системою перев'язування викладають стіни, простінки і стовпи з керамічних каменів з поперечними щілинними порожнечами. Камені укладають порожнинами вгору на рухливих розчинах, що унеможлиблює затікання розчину в порожнини каменів. Товщина вертикальних і горизонтальних швів повинна співпадати зі швами кам'яного мурування. У разі мурування з бетонних і природних каменів застосовують багаторядну систему перев'язування, але укладають поперечні ряди не рідше, ніж у кожному третьому ряду.

Бутовим називають мурування з природних каменів (шматків каменів) неправильної форми з максимальним розміром не більше ніж 500 мм, зв'язаних між собою будівельним розчином. У муруванні застосовують камені масою 50 кг різної конфігурації і розмірів: *порваний камінь* неправильної форми, *постелистий*, у якого є приблизно дві паралельні площини, і *брукняк*, що має округлу форму.

Блоки із природного каменю вирізають або випилюють з вапняку, черепашнику, туфу, піщанику тощо. Блоки застосовують для зовнішніх і внутрішніх стін, а також для фундаментів і стін підвалів.

З буту зводять фундаменти, стіни підвалів, підпірні стіни та інші конструкції, а в районах з великими запасами постелистого каменю – стіни малоповерхових будівель. Під час бутового мурування бажано перев'язувати шви по чергово поперечними й довжиковими каменями. У місцях дотулянь і перетинів потрібно укладати більш великі камені постелистої форми.

Мурування «під залив». Кожен ряд каменів заввишки 15...20 см викладають насухо врозпір зі стінками траншеї або палублення, порожнини заповнюють щебінем і заливають рідким розчином з рухливістю 13...15 см. Розчин не заповнює всі отвори, отримуємо мурування з порожнинами, що зменшує його міцність. Камені укладають, не перев'язуючи шви і не влаштовуючи верстові ряди; це менш трудомісткий вид роботи, він не передбачає високого рівня кваліфікації мулярів. Отже, на таких фундаментах і в разі такої системи мурування дозволено зводити будівлі не вище двох поверхів.

Мурування «під лопатку» виконують горизонтальними рядами з підібраних за висотою каменів і з перев'язуванням шва за однорядною системою перев'язування. Починають мурування з укладання зовнішньої і внутрішньої верств на розчині до 30 см заввишки. У проміжки між верствами накидають розчин і укладають камені забутування. Проміжки між каменями засипають щебенем. Отримуємо досить міцне мурування. Способом «під лопатку» викладають фундаменти, стіни й стовпи.

Бутобетонне мурування характеризується тим, що камені утискають у покладену бетонну суміш горизонтальними рядами з наступним вібруванням. Мурування врозпір зі стінками траншеї або палубленням. Бетонну суміш укладають шарами по 20 см, камені утискають на половину їхньої висоти із щілинами між ними 4...6 см. Максимальний розмір каменів не повинен перевищувати 0,3 товщини конструкції, що зводиться.

12.5 Мурування перемичок, арок, димових каналів

Для перекриття віконних і дверних прорізів застосовують здебільшого збірні (несучі та рядкові) перемички зі стандартних залізобетонних елементів. Монтують такі перемички після закінчення мурування другого ярусу стін у такому порядку: установлюють крайні перемички на захватці, натягують між ними причалювання, підставляють під один рівень опорні поверхні в проміжних прорізах і монтують проміжні перемички.

Збірні залізобетонні перемички встановлюється за допомогою крана. Однак ці перемички псують зовнішній вигляд фасаду мурування, а наклеювані на них плитки часто відлітають. Із огляду на це для перекриття прорізів останнім часом почали використовувати керамобетонні перемички. Перемичка добре поєднується з цегляним муруванням, легко і швидко встановлюється.

Крім рядкових, викладають клинові й лучкові перемички. Їх також викладають по задалегідь встановленій опалубці, укладаючи цеглу на ребро або поперечник з розширеним швом угорі (рис. 5.7). Після зведення перемички витримують протягом 5...20 діб, а потім знімають опалубку.

Прорізи, ширина яких становить 2...4 м, перекривають балками або арками. Арки і склепіння зводять як перемички, із опалубки, з розширеним угорі швом і замковою цеглою. Арки мурують від п'ят до замка порядково, з перев'язуванням горизонтального шва, або окремими кільцями, з перев'язуванням між рядами за висотою арки. Криволінійні поверхні арки утворюють застосуванням лекальної цегли, але зазвичай це роблять за допомогою змінювання товщини шва: внизу – не менше ніж 5 мм, вгорі – не більше ніж 25 мм.

Склепіння можуть викладатися окремими арочними кільцями або сегментами на всю довжину склепіння. Кількість окремих сегментів приймають залежно від кількості ланок робітників, але напрям мурування залишається тим самим – до замкового ряду.

Димові та вентиляційні канали зазвичай розміщують у внутрішніх стінах. Канали мурують з добірної червоної цегли: вище горищного перекриття на цементно-вапняному розчині, вище даху – на цементному.

Побутові печі й каміни викладають з глиняної цегли на глиняному розчині. Промислові печі й конструкції, що працюють в умовах високих температур, викладають із шамотової цегли на розчині з вогнетривкої глини.

12.6 Транспортування матеріалів для мурування

Цеглу перевозять пакетним способом на піддонах або контейнерами. Пакетний спосіб практично виключає ручну працю під час транспортування цегли. Основним пристосуванням при цьому способі є піддон – щит з дощок, обшитий з торчаків сталевими куточками з привареними гаками.

На робоче місце мулярів цеглу подають за допомогою металевих футлярів, які надягають зверху на піддення і скріплюють з гаками. Цеглу на піддення краще укладати «в ялинку». На один піддон розміром 0,52x1,03 м укладають до 200 шт. цеглин. Піддон з трикутними опорними брусками, розмі-

щеними на торчаках щита, використовують у разі укладання цегли «в ялинку», з упертими пластинами на торчаках для транспортування керамічних блоків.

У разі застосування контейнерного способу на заводі цеглу укладають в універсальний контейнер з деревометалічним підденням, на якому розміщують 100...180 шт. цегли або полуторних блоків. Футляр контейнера після доставлення цегли складають і повертають на завод. У разі застосування пакетного способу транспортування вартість порівняно з контейнерним способом скорочується на 10 %, а трудомісткість – до 20 %. Розчин виготовляють на заводах або в централізованих розчинних вузлах.

Доставлений на об'єкт розчин вивантажують в пристрій для механічного перемішування і подають на робоче місце в бункерах, цебрах або розчинонасосами. Розчинонасоси забезпечують подавання розчину по горизонталі до 200 м або по вертикалі до 40 м.

12.7 Інструменти, пристосування, інвентар. Засоби підмоцнення

Застосування відповідного інструменту, інвентарю та пристосувань значно підвищує продуктивність праці муляра, покращує якість робіт і сприяє підвищенню культури виробництва.

До комплексу інструментів і пристосувань, необхідних мулярові, входять:

– *кельма комбінована* (основний інструмент муляра), за допомогою якої розрівнюють розчин, заповнюють ним вертикальний шов і підрізають надлишки розчину в зовнішньому шві;

– *лопата розчинна* для подавання, розстеляння й перемішування розчину;

– *молоток-тесельце* (однобічний або двобічний) для рублення та тесання цегли, а також для осаджування укладеної цегли. Під час обколювання будового каменю можуть застосовуватися інші молотки і навіть кувалди, а також спеціальні топірці;

– *розшивки* для виконання фасадного шва й надання йому відповідної форми. Горизонтальний шов потрібно розшивати по лінійці;

– *шнур-причалку* використовують для дотримання горизонтального напрямку рядів мурування, що укладаються;

– *причальні скоби* або *цвяхи* для прикріплення шнура-причалки до стіни;

– *молоток-кулачок* (для обколювання й підтесування каменю).

Якість мурування визначається за допомогою таких контрольно-вимірювальних інструментів: *висок* для перевіряння вертикальності елементів мурування (стіл і кутів); *рівень будівельний* для перевіряння горизонтальності й вертикальності рядів мурування; *рівень водяний* (гідравлічний, гнучкий) для перевіряння горизонтальності мурування та заміру різниці рівнів змонтованих конструкцій; *рулетка* або *складаний метр* для розмічення й перевіряння лінійних розмірів мурування; *порядівки*, що допомагають забезпечити точний напрямок, горизонтальність мурування й однаковість товщини горизонтального шва; *кутник* для закладання та контролю кутів мурування; *правило* завдовжки 1,5...2 м для перевірення чолової поверхні мурування.

Використовують такий інвентар: ящики розчинні дерев'яні або металеві місткістю 0,1...0,4 м³ для зберігання розчину на робочому місці; бункер з

двощелепною закривкою місткістю 0,75 м³ для подавання розчину мурування; піддення для подавання цегли до місця її укладання; контейнери; зачепи спеціальні для подавання стінних матеріалів до робочого місця.

Засоби для підмоцнення. Під час проведення робіт на висоті для розміщення матеріалів, забезпечення нормальних умов роботи і безпеки працюючих застосовують засоби підмоцнення.

За типами конструкцій вони поділяються на риштування, вишки, колиски й майданчики. Засоби підмоцнення можуть бути такими що, стоять вільно, переставними, пересувними приставними, підвісними й навісними. Вони повинні бути міцними, інвентарними, тобто розрахованими на багаторазове використання на будівельних об'єктах, такими що легко встановлюються, мати невелику масу, бути зручними для складання, розбирання й транспортування.

Шарнірно-панельне риштування складається з двох зварних ферм-опор з трикутним перерізом, до яких прикріплені дерев'яні бруси й поміст. Під час мурування другого ярусу риштування спираються на відкидні опори, якщо їхні ферми з'єднані в середній частині риштування і майданчик помосту розташовується на висоті 115 см. Від'єднавши опори в центрі й піднімаючи риштування краном, відкидні опори під дією власної маси розпрямлюють. Закріпивши їх накидними скобами в робочому настилі, можна збільшити висоту риштування до 205 см.

Переносні майданчики-риштування складаються з металевої опорної частини та помосту. Їх використовують під час мурування стін сходових клітин, стін лоджій, під час роботи в складних умовах.

Стоякове риштування перед переставленням розбирають, змінювання рівня робочого помосту інших типів риштування і переставлення на нове місце здійснюють за допомогою крана. Для контролю за якістю мурування між робочим помостом риштування і стіною, що зводиться, залишають щілину до 5 см.

Трубчасте риштування – тимчасове облаштування, призначене для зведення мурування на всю висоту будівлі. Крім застосування під час кам'яного мурування, риштування використовують під час зведення одноповерхових промислових і сільськогосподарських будівель, тинькування, личкування і фарбування стін, виконання інших будівельних робіт.

Безболтове трубчасте риштування становить собою каркас, що складається з двох рядів трубчастих стояків заввишки 2 і 4 м, діаметром 60 мм і ригелів того ж діаметра завдовжки 2 м з гаками і анкерами для кріплення до стін. Поверх ригелів укладають щитовий наміст завтовшки 50 мм з розмірами в плані 2,4x1,0 м і обгороджують його поручнями. У кожному стояку з одного кінця розміщена втулка діаметром 48 мм, у яку під час нарощування риштування нижнім кінцем вставляють наступний стояк. Через кожен метр по висоті до стояків з чотирьох сторін приварюють трубки 150 мм і діаметром 26 мм для кріплення ригелів, загнуті кінці яких пропускають у ці трубки. Стики стояків розташовують врозбіжку, для чого на нижньому першому ярусі чергують стояки завдовжки 2 і 4 м, а всі наступні яруси монтують зі стояків завдовжки 4 м.

Вишка – пересувна конструкція, яка використовується для короткострокових робіт на висоті. Виконується здебільшого на базі автомобілів і тракторів,

навантажувачів, спецсасі. Вишки характеризуються великою маневреністю і висотою підйому (до 72 м).

Люлька становить собою підвісну конструкцію, закріплену на гнучкій підвісці, з переміщуваним по висоті робочим місцем. Люльки повинні мати сітчасті або дощані огорожі з чотирьох сторін не менше 1,2 м заввишки, з боку фронту роботи – не менше 1,0 м та бортовою огорожею по периметру не менше 0,15 м заввишки.

Майданчик – навісна жорстко закріплена конструкція з огорожами заввишки не менше 1,2 м з трьох зовнішніх сторін, що використовується робоче місце безпосередньо в зоні виробництва робіт.

12.8 Організація праці мулярів

Продуктивність праці мулярів під час виконання кам'яного мурування залежить від рівня організації робочого місця, що передбачає рух робітників, які безпосередньо не задіяні у процесі, і забезпечує мінімальні відстані переміщення цегли й розчину від місця складування до місця укладання.

Робоче місце має перебувати в зоні дії монтажного крана. Практика засвідчує, що загальна ширина робочого місця повинна становити 2,5...2,6 м, зокрема: *робочої зони* – 0,6...0,7 м (між стіною і матеріалами); *зони складування матеріалів* – 1,0...1,6 м (для розміщення піддень з цеглою і ящиків з розчином); *транспортної зони* під час подавання матеріалів краном – 0,6...0,75 м, до 1,25 м – для пересування робітників, що доставляють та розміщують матеріали у межах робочої зони.

Під час мурування глухих стін відстань між ящиками з розчином має бути 3,6 м. Між ними встановлюють чотири піддона з цеглою або камінням, відстань між підденнями – 0,25...0,4 м. Під час мурування стін з прорізами цеглу розміщують навпроти простінків на двох підденнях, а розчин – навпроти прорізів. Розчин на робоче місце подають у ящиках об'ємом 0,27 м³, ящики зазвичай встановлюють навпроти прорізів, середня відстань між ними – в межах від 2,0 до 2,5 м.

Виконання цегляного мурування зазвичай влаштовують одного з двох методів – потоково-розчленованого або потоково-кільцевого (конвеєрного).

Потоково-розчленований метод характеризується тим, що захватку розбивають на ділянки, закріплені за ланками, до того ж залежно від специфіки мурування використовують такі ланки: «двійка», «трійка», «четвірка» і «п'ятірка». Кількість ділянок і їхні розміри встановлюють залежно від трудомісткості мурування і змінного вироблення ланки. Висоту ярусу для стін завтовшки до 2,5 цеглин приймають в межах від 1,0 до 1,2 м, для стін у три цегли – 0,8...0,9 м.

При *потоково-кільцевому* методі мурують безперервним потоком, кожна ланка послідовно викладає один ряд мурування. Цей метод доцільно застосовувати під час зведення будівель з невеликою кількістю поперечних стін і прорізів, під час мурування стін, що відрізняються простотою конфігурації в плані і не мають складних архітектурних форм. Риштування в процесі роботи не потрібно розбирати чи збирати.

12.9 Зведення кам'яних конструкцій у надзвичайних умовах

Застосовують такі способи мурування в зимовий період:

– *чистий спосіб заморожування*, за якого мурування здійснюють на підігрітих складниках розчину. Воду нагрівають в бойлерах або регістрами до 80...90 °С, пісок підігрівають до плюсової температури або розігрівають до 60 °С. У разі зниження температури навколишнього середовища на кілька градусів на стільки ж градусів необхідно збільшити температуру застосовуваного будівельного розчину;

– *заморожування із застосуванням протиморозних домішок*. Розчини з протиморозними хімічними домішками забезпечують запас міцності за негативних температур не менше ніж 20 % від проектованої, а за сприятливих погодних умов розчин може набути до 70...80 % маркової міцності;

– *застосування розчинів, що швидко твердіють*, у пропорції 1:3 на суміші глиноземистого цементу (30 %) і портландцементу (70 %). Внаслідок підігрівання води для змішування розчин швидко набуває критичної міцності;

– *електричне прогрівання* мурування застосовують в разі невеликих обсягів робіт у найбільш завантажених простінках і стовпах нижніх поверхів багатопверхових будівель (див. рис. 5.12). Здійснюють електричне прогрівання за допомогою металевих прутів діаметром 5 і 6 мм, які укладають в процесі мурування так: в ряд через 15 см один від одного з випуском за обріз мурування, повторюють через 2...3 ряди мурування. Прогрівання відбувається внаслідок перетворення електричного струму в теплову енергію під час проходження його через розчин між електродами;

– *мурування в тепляках* – ізольованих від зовнішнього простору обсягах, у яких за допомогою підігрітого повітря створюється температура вища ніж +10 °С, виконують рідко, зазвичай для окремих, ізольованих ділянок мурування. Подорожчання зимового мурування на звичайному цементному розчині в разі застосування способу заморожування становить 8...12 %; на розчинах, що твердіють швидко – 10...15 %; на розчинах з протиморозними домішками – 12...20 %; у разі застосування електричного підігріву – 15...20 %; у тепляках – 30 % і більше.

Зведення мурування в умовах сухого жаркого клімату. Особливу увагу під час виконання кам'яного мурування в умовах сухого й жаркого клімату приділяють збереженню рухливості розчину до його укладення в конструкцію. З цією метою розчин оберігають від втрати вологи, розшарування та розігрівання сонячними променями в процесі його транспортування, а також самого під час мурування.

ЛЕКЦІЯ 13 ВИКОНАННЯ БЕТОННИХ РОБІТ

13.1 Палублення

Застосування сучасних опалубок під час монолітного будівництва значно підвищує його технологічність. На терміни, якість зведення конструкцій суттєво впливає застосовувана опалубка. Сучасні опалубки можна класифікувати за різними критеріями. З сферою застосування й конкретних завдань: для стін, для перекриттів, колон, кільцевих стін зі змінним радіусом, тунельна й одностороння.

Опалубка на висоті підтримується в проектному положенні за допомогою риштування. Опалубка й риштування повинні бути жорсткими, міцними й незмінними, простими під час виготовлення, збирання і розбирання. Бік опалубки, що дотуляється до бетону, повинен бути гладким, стики дощок і щитів під час бетонування не повинні пропускати цементного молока. Для здешевлення бетонних і залізобетонних конструкцій щити та інші елементи опалубки виготовляють з урахуванням їхнього багаторазового використання. Вартість опалубки становить 20...30 % від загальної вартості бетонних і залізобетонних конструкцій.

Класифікація опалубки за видом матеріалу. За видом матеріалу, із якого виготовляють монолітні бетонні й залізобетонні конструкції, опалубка може бути *дерев'яною, металевою, фанерною, залізобетонною і комбінованою*. Для виготовлення дерев'яної опалубки застосовують лісоматеріал хвойних порід з вологістю деревини до 25 %. Від точності виготовлення елементів опалубки залежить якість конструкцій, тому відхилення від проектних розмірів у виготовлених елементах повинні бути мінімальними.

Дерев'яна опалубка має малу теплопровідність порівняно з металевою та залізобетонною, що має велике значення під час роботи за низьких температур. До неї легко кріпити різні елементи опалення в зимовий період, вологопоглинаюче личкування та інші пристрої. Основними недоліками дерев'яної опалубки є її відносно невисока міцність і схильність до деформацій під час намокання, усихання й транспортування, унаслідком чого дошки викривляються й розтріскуються, розкриваються шви між ними.

Металева опалубка і оснащення до неї виготовляють в механічних майстернях або цехах металоконструкцій. Металева опалубка проходить контрольне складання. Деталі, що дотикаються до бетону, вкривають мастилом, а решту фарбують, після чого всі елементи опалубки маркують. Металева опалубка забезпечує рівну, гладеньку поверхню бетону і як вид інвентарної опалубки, що використовується багато разів, має багато переваг. Вона значно дорожче за дерев'яну, але необмежено оборотна. Також металева опалубка має такі позитивні властивості: жорсткість, легкість розпалублення (за відповідного змащення поверхонь опалубки), відсутність деформацій при різних режимах вологості. Недоліками металевої опалубки є значна вартість, теплопровідність, труднощі кріплення до палублення різних елементів.

Фанерна опалубка, як і металева, належить до таких, інвентарних типів опалубки, що обертаються багато разів. Фанера зазвичай використовується

тільки для обшивання, несуча каркаснофанерна опалубка виготовляється з дерева або металу. Фанерна опалубка має меншу теплопровідність, ніж металева, до неї легше кріпити різні елементи. Порівняно з дерев'яною і металевою, вона має і меншу вагу. Доцільно застосовувати фанерну опалубку для криволінійних поверхонь.

Залізобетонна опалубка під час бетонування виконує роль опалубки, а надалі є постійним конструктивним елементом споруди. Перевагою залізобетонної опалубки є відсутність процесу розпалублення. Недоліками залізобетонної опалубки є висока теплопровідність і порівняно велика вага. Застосовується вона здебільшого під час будівництва гідротехнічних споруд, де є постійним зовнішнім захисним облицьувальним елементом споруди.

Комбіновану опалубку влаштовують з метою найповнішого використання позитивних властивостей різних матеріалів. Така опалубка найчастіше комбінується з дерева й металу.

За конструктивними ознаками в будівництві застосовуються такі види опалубки: стаціонарна, розбірно-переставна, ковзна, підйомно-переставна, перекочувальна, бетонні та залізобетонні блоки й плити оболонки, армоцементні й металеві плити й бетонування без опалубки (сітчаста форма).

Застосування *стаціонарної (такої, що не обертається) опалубки* допускається у надзвичайних випадках для нетипових конструкцій і споруд, що не мають повторюваних елементів. Для риштувань застосовується круглий і пиляний ліс, сортова сталь і труби.

У будівельній практиці широко застосовується *розбірно-переставна опалубка*, що складається з окремих щитів, які встановлюють вручну або за допомогою кранів, і підтримуючих їх частин – ребер, кружал, стяжок, хомутів.

Котучу (пересувну) опалубку застосовують для бетонування лінійних споруд великої протяжності, що мають постійний поперечний переріз. Збірна катуча опалубка пересувається на ковзанках або колесах по рейковому шляху.

Ковзна або рухома опалубка широко застосовується під час будівництва силосних веж, цементних складів, зернових елеваторів, резервуарів, водонапірних веж та інших споруд, що мають велику висоту і відносно невеликий поперечний переріз. Опалубка складається з металевих стінок або міцних дерев'яних щитів, що охоплюють споруду по всьому контуру з внутрішнього і зовнішнього боків. Піднімання опалубки на чергову робочу позицію під час бетонування здійснюється за допомогою домкратної рами. Заповнення опалубки бетоном, що безперервно піднімається, проводиться шарами 10...15 см без зупинок, до того ж рівень бетонної суміші не доводиться до верху форм на 15...20 см. Ущільнюється бетон за допомогою звичайних методів стрижневим вібратором. Застосування ковзної опалубки звільняє від необхідності влаштовувати риштування і багаторазового палублення та розпалублення.

Опалубка-личкування – це використовування як опалубки плит-оболонки і блоків. Така опалубка міцно з'єднується з частиною конструкції, що бетонується, за допомогою випусків арматури і залишається у спорудженні як

личкування. Під час зведення масивних бетонних і залізобетонних конструкцій застосовують вакуум-опалубку і абсорбуючу опалубку.

За наявності на будівельному майданчику кранів достатньої вантажопідйомності опалубку слід збирати в укрупнені блоки і встановлювати цими кранами. Розроблені також опалубної системи для виконання спеціальних завдань: опалубка кільцевих стін із змінним радіусом, переставна опалубка, тунельна опалубка, одностороння опалубка тощо.

Рамна опалубна система містить каркасні щити, підпірні елементи й деталі кріплення. За необхідності можуть використовуватися кутові елементи (зовнішні і внутрішні), а також підмостки для бетонування й риштування. Основою для рамних опалубних систем є каркасні щити. Вони складаються з несучої металевої рами (сталеві або алюмінієвої), ребер жорсткості й опалубної плити.

Металевий каркас не тільки забезпечує необхідну жорсткість опалубної конструкції, але й значно полегшує і прискорює монтаж модульних елементів. Опалубна плита виготовляється з багатошарової фанери. Але фанера, як матеріал з дерева, має тіж самі недоліки наведені вище. Однією з нових розробок щодо цього є новий «сандвіч»-матеріал. Він характеризується низькою гігроскопічністю, меншою вагою порівнянно з фанерою, стійкістю до ультрафіолетового випромінювання, стійкістю до механічних пошкоджень, незначним приляганням до бетону і спрощеним очищенням.

«Сандвіч»-матеріал складається з шару пенопропілену, личкованого з двох сторін алюмінієвими листами, і шарами поліпропілену. Вартість квадратного метра такої плити приблизно в два рази більше, ніж фанерного щита, однак вона забезпечує більшу кількість циклів використання опалубки й вищу якість бетону.

Для отримання рівної поверхні стіни важливо зберегти геометричні дані опалубки в процесі замонолічування. З'єднання між елементами опалубки повинні виконуватися таким чином, щоб каркас системи міг сприймати високі навантаження на стискання, розтягування й вигинання. Перевагою кріпильних систем опалубки вважається можливість складання вручну із застосуванням найпростіших інструментів, а також можливість застосування мінімальної кількості з'єднувальних елементів для забезпечення жорсткості конструкції.

Номенклатура кріпильних засобів, пропонована провідними виробниками – велика. Вона містить спеціальні кутові затискачі, накладки та інші елементи, що уможливають з'єднання опалубних модулів перпендикулярно один щодо одного і під різними кутами (різні стаціонарні й шарнірні кутові елементи).

Балочна опалубна система включає балки, щити, елементи кріплення, підпірні елементи, ригелі, підмостки для бетонування й риштування. Основою балкових опалубних систем є балки. Балки є конструкцією з деревини двотаврового перерізу, що витримує велике навантаження. Деталі з деревини можуть бути цільними або клеєними по довжині й перетину. Довжина балок нормована. Для забезпечення довговічності на балки кріпляться сталеві або пластмасові наконеччя, що запобігають відколювання пояса балки. Балки

встановлюють з певним кроком і кріплять до щита палублення. З'єднуються балки за допомогою сталевих елементів кріплення.

Тунельна опалубка призначена для одночасного палублення стін і перекриттів типових секцій. Монтаж тунельної опалубки здійснюється за допомогою крана. Подібний тип опалубки застосовується й для серійного виробництва однакових секцій.

Очищення, відновлення й монтаж опалубки. Збільшити термін використання опалубок, а також поліпшити якість зовнішнього шару бетону можна скориставшись послугою, яку пропонують провідні фірми-виробники опалубки. Це очищення та відновлення опалубки. Очищення проводиться в заводських умовах на промислових установках. Чистити опалубку особливо важливо після завершення великих проектів.

Оскільки елементи опалубки виготовляють з різних матеріалів, то й терміни їхнього використання різні. Покриття опалубки зношується швидше, ніж рама, його вигідніше відновити, ніж купувати нове. Повний ремонт зазвичай становить третину вартості нового елемента. За необхідності елементи можна технічно вдосконалити. На будівельний об'єкт опалубні системи доставляються в розібраному вигляді, що зручно для складування та транспортування.

Монтаж сучасних опалубних систем здійснюється кваліфікованими робітниками вручну і за допомогою будівельного обладнання – кранів, риштування. У деяких випадках, наприклад у центральних частинах міст, під час реконструкції, коли неможливо розмістити будівельну техніку, застосовують спеціальні опалубні системи, монтаж яких здійснюється вручну. У такій ситуації велике значення має як вага опалубних елементів, а отже, й застосовуваний для виготовлення опалубки матеріал, так і розміри елементів опалубки. Трудомісткість під час проведення монтажних робіт впливає на загальні терміни зведення конструкції.

Контроль якості установа опалубки. Під час виготовлення та встановлення опалубки необхідно контролювати використовувані матеріали, виготовлені елементи опалубки, установа опалубки та її відповідність проектованій конструкції, надійність закріплення опалубки.

Опалубку необхідно поставляти комплектно з елементами кріплення і з'єднань, вона повинна супроводжуватися паспортом та пам'яткою з експлуатації. Опалубка, що надходить на об'єкт, повинна бути маркованою. Послідовність її становлення вказується в технологічній карті або схемі організації палублення.

Місце встановлення риштування має бути очищене від сміття, снігу та криги. Поверхня землі повинна бути спланована за допомогою зрізання верхнього шару ґрунту. Підсипати ґрунт забороняється.

Під час палублення слід звертати особливу увагу на вертикальність і горизонтальність елементів. Допустимі відхилення не повинні перевищувати граничних значень.

13.2 Виконання арматурних робіт

Арматура – це сталеві стрижні, прокатні профілі та дріт, розміщені в бетоні. Збірно-монолітні та монолітні ненапружені конструкції армують укрупненими монтажними елементами у вигляді зварних сіток, плоских і просторових каркасів, які виготовляють поза спорудою, що зводиться, і потім встановлюють за допомогою монтажних кранів. Іноді складні конструкції армують безпосередньо в проектному положенні з окремих стрижнів, з'єднаючи їх у закінчений арматурний каркас за допомогою зварювання або в'язання.

За призначенням у конструкції арматура може бути *робочою, розподільною і монтажною*.

Робоча арматура використовується для сприйняття розтягуючих зусиль, що виникають в залізобетонних конструкціях під дією їхньої власної маси й зовнішніх навантажень.

Розподільна арматура використовується для рівномірного розподілу навантажень між робочими стрижнями, для забезпечення їхньої сумісної роботи, для зв'язування робочих стрижнів, щоб перешкоджати зміщенню арматури під час бетонування.

Монтажна арматура зазвичай не сприймає зусиль, а забезпечує необхідне положення в палублення робочих стрижнів, плоских арматурних сіток та елементів. У сучасному будівництві поширення набула арматура періодичного профілю, що має надійне анкерування й краще зчеплюється з бетоном. Під час використання стрижнів із гладкої арматури для їхнього кращого закріплення в бетоні кінці стрижнів, що працюють на розтягування, виготовляють загнутими у вигляді гаків.

Виготовляють стрижневу арматуру гладкого й періодичного профілю профілю, виступи розташовують по гвинтовій лінії або ялинкою. Залежно від технології виготовлення розрізняють арматуру гарячекатану й гарячекатану з подальшим зміцненням витяжки в холодному стані.

Зварні арматурні сітки складаються зі стрижнів, що взаємно перехрещуються та з'єднуються в місцях перетину за допомогою зварювання. Робоча арматура може бути повздовжньою, поперечною й взаємноперпендикулярною. Сітки об'єднують робочу й розподільну арматуру і складаються з окремих дротів діаметром від 3 до 9 мм включно та стрижнів з арматурної сталі діаметром 10 мм, розташованих в двох взаємноперпендикулярних напрямках і з'єднаних в місцях перетину контактним точковим зварюванням.

Плоскі робочі сітки мають такі розміри: ширина – до 2,5 м, довжина – до 9,0 м, іноді, згідно із замовленням, – до 12,0 м. Повздовжні робочі стрижні мають діаметр 12...25 мм при кроці 200 мм, монтажна арматура – діаметр 8..12 мм при максимальному кроці до 600 мм. За необхідності сітки на заводах можуть бути видозмінені: вирізані отвори, приварені додаткові стрижні, вони можуть бути вигнути.

Сітки у вигляді ролонів мають широку номенклатуру щодо сталі, яка застосовується, діаметрів стрижнів, розмірів осередків і ширини сіток. Довжина

сіток не обумовлюється, але маса окремого рулону не повинна перевищувати 1200 кг.

Плоскі сталеві каркаси зазвичай складаються з повздовжньої арматури, що утворює один або два пояси і з'єднує їхні решітки окремими поперечними або безперервними (у вигляді змійки) стрижнів. Велика кількість поперечних стрижнів в каркасах, з'єднаних з робочими стрижнями точковим зварюванням, створює надійне заанкерування в бетоні повздовжніх стрижнів по всій їхній довжині й уможливорює відмову від загинання гаків навіть при гладкій арматурі.

Просторові арматурні каркаси складаються з двох або чотирьох плоских каркасів, з'єднаних між собою окремими стрижнями або хомутами. Такі каркаси застосовують для армування колон, балок, ригелів і фундаментів.

Іноді використовують арматурні несучі каркаси, які, поєднуючись з опалубкою, утворюють *арматурно-палублені блоки*. Зазвичай таке рішення приймають у разі необхідності звести одиничну конструкцію з прогоном до 9 м завдовжки. У такому разі для армування використовують прокатні профілі у вигляді куточків, смугової й квадратної сталі, що, в разі перевитрати на армування, дає змогу не встановлювати спеціальні риштування й стояки, що підтримують опалубний блок, зменшити витрати лісоматеріалів, значно скоротити терміни виконання робіт.

Монтажні петлі, виконані з арматури, є елементом збірних залізобетонних конструкцій і призначені для стропування під час піднімання й установаження.

Закладні деталі – металеві пластини, що приєднуються до арматурного каркаса конструкції на зварюванні. Вони необхідні для з'єднання збірних елементів під час зведення будівель і споруд; стикування елементів здійснюють шляхом зварювання закладних деталей, замурованих у конструкції під час їхнього виготовлення.

Хомути застосовують для з'єднання окремих робочих і монтажних стрижнів в готовий просторовий каркас.

Для армування попередньо напружених конструкцій найчастіше використовують *дротову арматуру*.

Використовують декілька типів дротової арматури, а саме: арматурний дріт низьковуглецевого класу і високоміцновуглецевий; дротяні пасма з три-, семи- й багатодровових пасів з правим скрученням, до того ж у разі перетинання пасма їхніх дротів не розкручуються; дротові високоміцні канати. Останнім часом почали застосовувати й неметалеву арматуру у вигляді скловолокна і азбесту. Зі скловолокна й цементного розчину утворюється склоцемент, що характеризується значною міцністю, але незначним водо- й газопроникненням. Міцність цементного каменю зростає в разі використання рубленого скловолокна з хаотичним розподілом його в конструкції.

Арматурні роботи передбачають такі процеси: централізоване заготовлення арматурних елементів; транспортування арматури на будівельний майданчик, сортування й складування; укрупнювальне збирання арматурних елементів, виготовлення арматурних виробів; установаження до опалубки стрижнів, сіток, арматурних каркасів; з'єднання окремих монтажних одиниць в

єдину армоконструкцію; розкріплення армоконструкції, яке забезпечить належний захисний шар під час бетонування.

Усі процеси армування залізобетонних конструкцій можна об'єднати в дві групи: попереднє виготовлення арматурних елементів і установлення їх в проектне положення. Арматурні вироби виготовляють централізовано на арматурно-зварювальних заводах, в арматурних цехах і майстернях.

Процес виготовлення арматури що, не напружується, складається з окремих технологічних операцій, які об'єднуються в такі технологічні групи:

– *заготовчі операції*: очищення й випрямлення стрижнів; з'єднання стрижнів в безперервний батіг за допомогою стикового зварювання; розмічення й різання на стрижні необхідної довжини; зварювальні операції, виконані за допомогою контактного точкового зварювання для плоских сіток і каркасів на одно- і багатоелектродних машинах, а також стикового й дугового зварювання;

– *складальні операції*: установлення й приварювання закладних деталей, окремих криволінійних і вигнутих стрижнів; і різання листової та профільної сталі; укрупнювальне збирання просторових каркасів з плоских каркасів і сіток.

Установлення арматури й арматурних виробів здійснюють за допомогою машин і механізмів, які використовують на будівельному майданчику.

Арматурні стрижні з'єднують за допомогою укладання навхлист або зварювання. З'єднання навхлист без зварювання використовують під час армування конструкцій зварними сітками або плоскими каркасами з одностороннім розташуванням робочих стрижнів арматури і в разі діаметра арматури не більше 32 мм.

Проведення арматурних робіт на об'єкті. Армування залізобетонних конструкцій здійснюють за допомогою зварних арматурних каркасів і сіток заводського виготовлення. Під час зведення монолітних залізобетонних конструкцій на будівельному об'єкті виконують такі операції: укрупнювальне збирання просторових арматурних каркасів; установлення готових каркасів і сіток в опалубку; установлення і зв'язування арматури окремими стрижнями в палубленні.

Якщо за умовами транспортування великорозмірні каркаси або сітки заготовляють або перевозять частинами, то їх укрупнюють на будівництві до проектних розмірів за допомогою дугового або ванного зварювання.

Змонтовану арматуру необхідно надійно закріпити й вбезпечити від деформацій і зсувів в процесі проведення робіт з бетонування конструкцій.

Хрестові перетинання стрижнів арматури, покладених поштучно, необхідно скріплювати в'язальним дротом або за допомогою спеціальних дротяних з'єднувальних скреп. Арматуру можна встановлювати в опалубку тільки після перевірення відповідності опалубки проектним розмірам з урахуванням допусків.

Під час монтажу арматури в опалубку і наступного бетонування будь-якої конструкції необхідно дотримуватися вказаної в проекті заданої товщини *захисного шару бетону*, тобто відстані між зовнішніми поверхнями арматури й бетону конструкції. Убезпечений і правильно виконаний захисний шар бетону

надійно охороняє арматуру від руйнівного впливу корозії зовнішнього середовища. Товщину захисного шару бетону забезпечують різними способами.

До просторових і плоских арматурних каркасів доцільно приварювати обрізки стрижнів з нержавійної сталі, що впираються в стінки й днище короба опалубки, або видовжені стрижні. Під час армування плит перекриття двома мітками по висоті проектного положення фіксують підставками з круглої арматурної сталі, вигнутими «зигзагом», або за допомогою установалення так званих «жаб» для сіток нижнього ряду й «козелків» – для верхньої сітки.

Застосовують заздалегідь заготовлені бетонні підкладки та прокладки, які армують обрізками в'язального дроту, щоб уникнути розколювання. Кінцями дроту прив'язують прокладку до розташованого вище арматурного стрижня. Більш новими типами фіксаторів є фігурні пластмасові та прорізні капронові кільця. Ці фіксатори характеризуються високими технологічними показниками. Під час установалення на арматуру таке кільце внаслідок властивої йому пружності трохи розсувається і щільно охоплює стрижень.

Захисний шар бетону в плитах і стінах до 10 см завтовшки повинен становити не менше ніж 10 мм; у плитах і стінах більше 10 см завтовшки – не менше 15 мм; у балках і колонах за діаметра повздовжньої арматури 10...32 мм – не менше 25 мм, за більшого діаметра стрижнів – не менше 30 мм. Арматурні конструкції зазвичай монтують із транспортних засобів за допомогою крана, який використовується для подавання опалубки й бетонної суміші.

Арматуру фундаментів під колони промислових і цивільних будинків укладають на підготовлену бетонну основу між щитами опалубки фундаментів. За невеликої висоти колон, а також якщо каркаси легкі, арматурний каркас колон встановлюють шляхом його опускання за допомогою крана в готову опалубку.

Установлений арматурний каркас, через нижнє вікно короба опалубки колони приварюють або прив'язують до випусків арматури, забетонуваних в фундаменті плити або колони нижчого поверху. Важкі каркаси колон встановлюють перед палубленням і з'єднують з випусками арматури нижнього поверху на зварюванні. У разі великої висоти колон арматурний каркас заводять в опалубку, у якій вже зібрано дві або три стінки. Вивіряють каркас, з'єднання з арматурними випусками, після чого завершують збирання опалубного блоку колони.

Арматурні каркаси, прогони й балки встановлюють у готові короба опалубки. Зварні сітки й плоскі каркаси з одностороннім розташуванням робочих стрижнів стикують на місці установалення без зварювання з напуском верхнього каркаса не менш ніж на 250 мм. Плити перекриття армують шляхом укладання в просторові конструкції готових зварних сіток, які стикують навхлест шляхом електродугового зварювання.

Стіни армують за допомогою готових сіток, у деяких випадках зв'язують окремі стрижні опалубки, встановленої з одного боку. Під час зведення монолітних залізобетонних конструкцій на великій висоті застосовують арматурно-опалубні блоки, що становлять собою короба з укладеними в них арматурними каркасами.

Основні правила установалення арматури. Будь яку арматуру слід установалювати так, щоб не пошкодити раніше встановленої і вивіреної опалубки, а також щоб не деформувати арматурні каркаси. У процесі проведення робіт в окремих випадках допускається установалення арматури без зварювального з'єднання стрижнів: стикові з'єднання, в разі з'єднання навхлист або за допомогою обтискних гільз і гвинтових муфт, забезпечуючи рівномірність стику, і хрестоподібні, що виконуються шляхом в'язання дротом.

Приймання змонтованої арматури та всіх стикових з'єднань має проводитись до укладання бетонної суміші і оформлятися актом на приховані роботи, у якому обов'язково встановлюється оцінка якості виконаних робіт. Приймання встановленої в проектне положення арматури здійснюють за хватками, підготовленими для бетонування. Крім перевіряння проектних розмірів змонтованої арматури, за кресленнями встановлюють наявність і місця розташування фіксаторів, міцність і цілісність армоконструкції, яка повинна забезпечувати незмінність форми під час бетонування. Крім цього, зазначають усі відхилення від проекту, звіряють з проектом кількість і діаметр стрижнів, а також правильність їхнього розташування та якість електрозварювання в перетинах стрижнів.

Під час заготовлення арматурних стрижнів, сіток, каркасів та їхнього установалення контролюють якість арматурних стрижнів, правильність виготовлення та складання сіток і каркасів, якість стиків і з'єднань арматури, якість змонтованої арматури.

13.3 Транспортування бетонної суміші

Бетонна суміш складається з в'язучого, заповнювача та води, віддозованих у необхідній кількості й ретельно перемішаних в бетонозмішувачі. Внаслідок формування, ущільнення й подальшого тверднення бетонної суміші утворюється штучний кам'яний матеріал – бетон. У будівництві застосовують бетони, що відрізняються щільністю, марками (класами), крупністю заповнювачів і, за необхідності, – спеціальними властивостями.

Властивості бетону залежать від складу бетонної суміші, кількості компонентів, особливостей в'язучого та наповнювачів, технології приготування, укладання та режиму тверднення. Важкі бетони застосовують під час зведення бетонних і залізобетонних конструкцій загального призначення. Для бетонних і малоармованих конструкцій використовують бетонні суміші марок М100...М200 з осідання конуса 0...2 см і крупністю заповнювача до 250 мм.

Масивні залізобетонні конструкції, товсті плити, балки й колони з великим і середнім перетином виготовляють з бетонних сумішей марок М50...М400 з осіданням конуса 1...4 см і жорсткістю 15...25 с. У тонких стінках, колонах, балках і плитах з малим перетином, а також у конструкціях, зведених у ковзній опалубці, використовують більш пластичні бетонні суміші з осіданням конуса 6...8 см і жорсткістю 10...12 с.

Попередньо напружені залізобетонні конструкції виготовляють з бетонних сумішей марок М300...М800. Особливу увагу слід звертати на зерновий

склад суміші: крупність щебеню (гравій для таких сумішей не рекомендується) не повинна перевищувати 70 мм, збільшення кількості фракцій щебеню й піску у бетонній суміші, а також тривалість її перемішування.

Дуже важкі бетони застосовують для зведення спеціальних бетонних і залізобетонних конструкцій, що захищають від шкідливого впливу радіоактивних випромінювань. Бетонні суміші виготовляють із заповнювачів крупністю до 150 мм з лимоніту, бариту, магнетиту й металевого скрапу. Осідання конуса – 0...3см, показник жорсткості – до 35 с.

Легкі бетони зі щільністю від 500 до 1800 кг/м³ для влаштування несучих і огорожувальних конструкцій використовують як конструктивні та конструктивно-теплоізоляційні матеріали.

Дуже легкі бетони застосовують для теплоізоляції конструкцій. На базі цементу, що напружує, виготовляють самонапруженні залізобетонні конструкції, безрулонні покрівлі, личкування тунелів, мостів тощо.

Приготування бетонної суміші на базі спеціальних в'язучих та заповнювача дає змогу отримати кислотостійкі, лугостійкі та жаростійкі бетони.

Робочий склад бетонної суміші обирають на шляхом експериментального підбору, перевіряючи задані параметри за результатами випробувань зразків, виготовлених з пробних замісів. Ураховуючи умови виконання робіт, коректують склад суміші, щоб отримати потрібні властивості затверділого бетону у встановлені терміни.

Бетонозмішувальні установки з різним ступенем механізації та автоматизації операцій з приготування бетонної суміші розподіляють на *пересувні* на пневмоколісному шасі з повним компонуванням обладнання на платформі, *збірно-розбірні*, що збираються з інвентарних блоків, і *стаціонарні*.

Будівельні бетонозмішувальні установки застосовують у разі невеликих обсягів бетонувальних робіт, в піонерних умовах, на будівництві лінійних споруд із великою протяжністю, а також для приготування бетонних сумішей зі спеціальними властивостями.

Бетонозмішувальні заводи відпускають споживачам товарні бетонні суміші або напівфабрикати – сухі суміші, які зачиняють водою і перемішують в автобетонозмішувачах під час транспортування до об'єктів.

Транспортування бетонної суміші. Порядок операцій з транспортування бетонної суміші й подавання її до місця укладання залежить від дальності перевезення, положення в просторі бетонованої ділянки, властивостей бетонної суміші, наявності тих чи інших транспортних засобів, кліматичних та інших умов.

Такий технологічний процес передбачає приймання бетонної суміші з бункера бетонозмішувальної установки, переміщення її різними транспортними засобами до майданчика, подавання суміші до місця укладання або ж перевантаження її на інші транспортні засоби чи пристосування, що доставляють суміш на бетоновану ділянку.

Під час транспортування бетонну суміш необхідно забезпечити від впливу атмосферних опадів, вітру й сонячних променів. Важливо зберегти однорідність суміші, звести до мінімуму її розшарування й унеможливити втрату цементного молока й розчину.

Бетонну суміш транспортують *порційним (циклічним), безперервним або комбінованим способом.*

Порційне транспортування бетонної суміші від центральної бетонозмішувальної установки до будівельного майданчика зазвичай складається з двох етапів. Перший етап – транспортування суміші самоскидами, автобетоновозами або у спеціальних ємностях (контейнерах, цєбрах, бункерах), що встановлюються на бортові машини, залізничними платформами або самохідними баржами. Другий етап подавання порцій суміші безпосередньо до місця укладання кранами, підйомниками або бетоноукладачами.

Безперервний (трубопровідний або конвеєрний) спосіб транспортування застосовують, коли бетонозмішувальна установка розташована недалеко від об'єкта будівництва з великим обсягом бетонних робіт.

У разі застосування комбінованого способу транспортування бетонну суміш від центральної бетонозмішувальної установки порціями доставляють автобетоновозами або автобетонозмішувачами і подають до місця укладання засобами безперервного (трубопровідного або конвеєрного) транспортування.

Поширення набуло транспортування бетонної суміші спеціальними автомобілями. Орієнтовно прийнята дальність транспортування самоскидами – до 20 км. Автобетоновозами суміш перевозять на відстань до 40 км.

Під час транспортування бетонної суміші до розосереджених об'єктів на значні відстані (більше ніж 45 км) завантаженими міськими магістралями, здійснення будівництва у ковзній опалубці й подаванні суміші бетононасосами застосовують автобетонозмішувачі з місткістю барабанів від 6 до 10 м³, які сконструйовані на напівпричєпах за допомогою сідельного тягача.

Автобетоновозами можна подавати бетонну суміш безпосередньо в конструкцію: під час бетонування під підлоги підстильного шару, основи під дорожні покриття, в масивні бетонні або слабоармовані фундаментні плити. Однак здебільшого для руху автобетоновозів доводиться користуватися тимчасовими пристроями у вигляді естакад і пересувних мостів, встановлєваних над бетонованою конструкцією, а для подавання бетонної суміші до місця укладання – застосовувати вібробункери, ланкові хоботи, віброточки.

Транспортування бетонної суміші по трубах. По трубах-бетоноводах бетонну суміш транспортують за допомогою бетононасосів і пневматичних нагнітачів. Останнім часом дедалі частіше застосовують бетононасоси з гідроприводом, що забезпечують плавність роботи, регулюючи продуктивність, можливість реверсування і подавання суміші полегшєними бетоноводами, закріплєними на шарнірних стрілах з телекеруванням.

Під час бетонування пальових фундаментів, опор глибокого закладання, у разі тривалих термінів бетонування на одній ділянці й на одному потоку 15...20 м³/год застосовують бетононасосні установки стаціонарного типу з бетоноводами діаметром 50...283 мм. Причіпні установки використовують, якщо потік бетону становить більше 20 м³/год і необхідно здійснити перестановки на майданчику.

Найефективніши мобільні бетононасосні установки, змонтовані на спеціальних автомобільних шасі. Їх застосовують під час бетонування

багатоповерхових будівель, густо армованих конструкцій, у незвичайних умовах тощо. Їх постачають тонкостінними високоміцними бетоноводами діаметром 100...125 мм, що в разі високого тиску забезпечує подачу суміші на 300 м по горизонталі або на 60 м по вертикалі.

Бетоноводи діаметром 100...125 мм мають кінцеві гнучкі гумово-тканинні рукави завдовжки 5...12 м з держакон, що уможлиблює маніпулювання ними під час подавання бетонної суміші безпосередньо в опалубку. Бетоноводи стаціонарних установок великих діаметрів облаштовують поворотними сталевими лотками до 3 м завдовжки. Під час роботи доцільно укладати бетоновод на рівні 1,75 м, до нього з невеликим нахилом у бік насоса підвішувати на кільцях лоток для зливання промивної води.

Застосування стрічкових конвеєрів і бетоноукладачів. Під час доставляння бетонної суміші автобетоновозами їх подають до приймального вібробункера, що забезпечує рівномірне надходження на стрічку конвеєра. Конвеєр що подає переважне бетонну суміш на ланковий, звідки вона надходить на вібрототки або в ланкові хоботи, а потім до місця укладання.

Магістральні стрічкові конвеєри використовують для транспортування бетонної суміші на відстань 1,5...2 км. Їх завантажують з роздавального бункера бетонозмішувальної установки через віброживильники. Естакади для розподільних конвеєрів можуть бути стаціонарними, встановленими на залізобетонні стояки і залишені в тілі бетонованої конструкції, або пересувними. Витрати праці і матеріалів під час влаштування естакад і мостів та на їхнього переміщення є значними, тому фундаменти та інші конструкції, розташовані вище або нижче нульової позначки, бетонують за допомогою бетоноукладачів – самохідних машин, які розміщують на платформах, що обертаються, на яких є обладнання для приймання бетонної суміші та подавання її конвеєром до місця укладання.

Використання кранів і підіймачів. Стрілові й баштові крани, встановлені на ребрі, або ті, що рухаються по дну котловану, обслуговують роботи для зведення фундаментів, масивів, конструкцій цокольних поверхів. Вони використовуються під час будівництва багатоповерхових будівель і багатоярусних споруд. Портальні крани застосовують під час зведення масивних споруд – гребель, шлюзів, пірсів, опор мостів.

Бетонна суміш подається кранами в цебрах – поворотних і неповоротних. Поворотні цебра завантажують з автобетоновоза, за допомогою крана їх переміщують у вертикальне положення й подають до місця укладання суміші. Неповоротні цебра можна завантажувати на бетонозмішувальних установках і на майданчику. Конструкція цебер повинна забезпечувати зручне приймання бетонної суміші, повне, безперервне або порційне вивантаження, можливість подавання кранами й герметичність, що унеможлиблює втрату цементного молока. Застосовують цебра з простими за конструкцією щелепними або секторними затворами.

Під час бетонування немасивних конструкцій (балок, ригелів, колон, покриттів тощо) застосовують неповоротні цебра місткістю 0,5...1 м³, що

зазвичай розвантажуються поруч; для бетонування масивних конструкцій (фундаментів під домни, прокатні стани, гідроспороди) – місткістю 2...3 м³.

Циклічний транспортний процес відбувається за такою схемою: автобетоновоз розвантажує бетонну суміш в поворотні цебра відповідно до місткості кузова бетоновоза. Цебра розміщують у зоні дії стріли крана. Кран піднімає цебро на ярус бетонування до місця укладання. Робітники приймають цебро й через лійки або лотки подають бетонну суміш в опалубку. Баштові крани ефективно використовують під час робіт зі спорудження опускного колодезя. Цей комплексний процес здійснюють у три зміни, протягом яких баштовий кран подає арматуру, опалубку, пристосування й бетонну суміш.

Під час зведення висотних будівель застосовують приставні баштові крани, що виконують бетонні роботи в радіусі дії стріли. Для цих робіт використовують також мачтові підйомники з вантажопідйомністю 0,5 т і продуктивністю до 4 м³/год та з висотою підйому до 50 м, а також шахтні підйомники – з ковшами місткістю до 350 л, що забезпечують змішане подавання бетонної суміші. У такому разі суміш з автобетоновоза вивантажують в поворотний цебер або безпосередньо в ківш підйомника. Ківш з сумішшю піднімають на бетонований поверх, вивантажують у візки й розвозять по качальним ходам до ділянок бетонування.

13.4 Укладання й ущільнення бетонної суміші

Бетонування – найбільш відповідальний етап зведення бетонної або залізобетонної конструкції. Бетонна суміш, що укладається, повинна набути форми, передбаченої проектом конструкції, яку визначають за площинами й контурами опалубки. Під час бетонування суміш заповнює всі проміжки між стрижнями арматури, утворює захисний шар необхідної товщини й ущільнюються відповідно до заданої щільності й марки бетону.

Затверділий бетон важко піддається виправленню, тому потрібно чітко дотримуватися обумовленої технології бетонування. Бетонування складається з підготовувальних і перевірчих операцій, процесу укладання, що включає операції з приймання, розподілення та ущільнення бетонної суміші, а також допоміжні операції, здійснювані у процесі бетонування.

Безпосередньо перед бетонуванням опалубку очищують струменем води або стисненого повітря від сміття та бруду. Поверхні дерев'яної опалубки змочують. Щілини в дерев'яній опалубці шириною більше ніж 3 мм завширшки зашпаровують, щоб запобігти витіканню цементного молока. Поверхні сталеві та пластикові опалубки вкривають мастилом, наприклад відпрацьованим маслом, а залізобетонну армоцементну або азбестоцементну опалубку-личкування промивають струменем води. Арматуру очищують від бруду та іржі. Одночасно виконують роботи з налагодження механізмів, машин та пристроїв, що використовуються в усіх операціях з бетонування.

Приймати, розподіляти й ущільнювати бетонну суміш потрібно постійно й послідовно. У журналі бетонних робіт під час кожної зміни необхідно записувати дату виконання робіт, їхні обсяги, властивості бетонної суміші, дату

виготовлення бетонних контрольних зразків, їхню кількість, температуру зовнішнього повітря й бетонної суміші, тип опалубки й дату зняття опалубки.

Під час укладання й розподілу бетонної суміші стежать за станом риштування й опалубки. У разі виявлення зсувів або деформацій опалубки бетонування припиняють і вживають заходи щодо виправлення дефектів.

Одночасно з бетонуванням виконують допоміжні операції з установа й переміщення транспортних і вантажопідіймальних засобів: вібраційних жолобів, бункерів, бетоноводів, конвеєрів. У кінці зміни інвентар, механізми й пристосування очищують від напливів бетону, промивають бетоноводи.

Ущільнюють бетонну суміш шляхом *трамбування, штикування й вібрування*.

Трамбування – ручне або пневматичне – застосовують під час укладання жорстких сумішей в бетонні й малоармовані конструкції, якщо не можна застосувати вібратори (негативний вплив вібрації на працююче обладнання).

Для *штикування* (проштовхування шматків щебеню, що зависають між стрижнями арматури) під час укладання й вібрування сумішей з осіданням конуса 4...8 см у густо армованих конструкціях використовують шурування з арматурної сталі.

Вібрування – основний спосіб ущільнення бетонних сумішей з осіданням конуса 0...9 см. Сутність процесу полягає в тому, що за допомогою вібраторів, встановлених на поверхні або опущених в шар бетонної суміші що укладається на деяку глибину, розташовані поблизу компоненти суміші залучаються до коливальних горизонтальних і вертикальних рухів, що створюють вібратором з певною, властивою йому частотою й амплітудою коливання. Енергія вібраційних коливань долає силу внутрішнього тертя між частинками суміші. Жорстка й пухка бетонна суміш в зоні дії вібратора стає рухомою і займає найменший об'єм. Вібрування – нетривалий процес. Через 30...100 с (залежно від умов вібрації) припиняється осідання бетонної суміші і на поверхні ущільнюваного бетону з'являються цементне молоко й бульбашки повітря, що свідчить про закінчення дії вібрації. Подальше вібрування може призвести до розшарування суміші внаслідок опускання великих часток.

Віброущільнення позитивно впливає на якість бетону. У разі його використання для приготування жорстких сумішей витрачається на 10...15 % менше цементу, тому зменшується осідання бетону й виділення тепла під час тверднення, що унеможливорює виникнення тріщин. Зменшення вмісту води в бетонній суміші при незмінній витраті цементу збільшує міцність бетону, його водонепроникність, морозостійкість, опір стиранню і швидкість твердіння, покращує зчеплення бетону з арматурою, скорочуються терміни знімання опалубки.

За способом впливу на бетонну суміш що ущільнюється, розрізняють *глибинні, поверхневі й зовнішні* вібратори, що прикріплюються до опалубки лежцями.

Глибинні вібратори виготовляють з електричним або пневматичним двигуном, вбудованим у наконечник (вібраційна булава з електродвигуном, винесеним до держака, і з винесеним до держака двигуном і гнучким валом).

Частота коливань вібраторів з дебалансним збудником – до 6000 хв., а з планетарним – до 20 000 хв. Більшу частоту вібрацій не застосовують, тому що в разі малої амплітуди коливань знижується ефективність ущільнення.

Під час укладання бетонної суміші у великі масиви та фундаменти використовують потужні одиничні й пакетні глибинні вібратори, що підвішуються на гаку крана. Продуктивність глибинних вібраторів визначається за обсягом ущільненого бетону з однією зупинкою і тривалістю вібрування цього обсягу, включаючи час переставлення з одного місця на інше.

Як *поверхневі вібратори* застосовують майданчикові вібратори, облаштовані робочим пристроєм у вигляді гладкої плити або піддону, до якого через амортизатори прикріплений вібратор і два держачи. Радіус дії майданчикових вібраторів не перевищує 25 см. Тривалість вібрування однієї позиції – 20...60 с.

Вібраційний брус має робочий пристрій, на якому встановлені один або кілька вібраторів, що працюють синхронно. Вібраційний брус переміщується за напрямними, що укладаються по обидва боки бетонованої смуги. Потужні підвісні вібратори мають ґратчасті майданчики з основою до 1800x1800 мм.

За допомогою *зовнішніх (тискних) вібраторів* бетонну суміш ущільнюють в густоармованих конструкціях. З цією метою застосовують електромеханічний вібратор з радіусом дії до 80 см, який кріплять зовні до опалубки двома гвинтовими затискачами. Коливання через опалубку передається на бетонну суміш. Останнім часом стали застосовуватися площинні віброущільнювачі, що становляють собою жорстку плиту з двома збудниками. Радіус дії – до 1,5 м.

Масивні бетонні малоармовані конструкції – мостові опори, підпірні стіни, товсті фундаментні плити, фундаменти під обладнання – виготовляють з жорстких сумішей. В проекті виконання робіт вказують розбиття масиву на блоки бетонування, розміри яких встановлюють так, щоб максимально знизити шкідливий вплив температурних деформацій, що спричиняє підвищення температури бетону під час його тверднення. Замкнутий блок бетонують після зсідання та охолодження блоків.

Суміш укладають і ущільнюють за допомогою глибинних вібраторів за горизонтальними шарами однакової товщини без зупинок і в одному напрямі. Товщину шару бетонування визначають, беручи до уваги те, що проміжок часу залежить від проміжку часу між замішуванням і початком схоплювання цементу, від тривалості транспортування і укладення першої порції бетонної суміші.

За заданої інтенсивності подавання бетонної суміші і характеристики вібраторів встановлюють розміри блока в плані, що зазвичай не перевищує 60 м². Висоту блока обмежують 4,5 м. Верхній шар в проміжних блоках залишають шорстким для кращого зчеплення блоків між собою. Виступний шар у верхньому блоці ущільнюють і загладжують поверхневими вібраторами.

Перерв під час укладання суміші в блоки фундаментів під обладнання, що сприймає динамічні навантаження, допускати не можна. Бетонну суміш, що подається безперервно, розрівнюють і ущільнюють вібраторами послідовно, відповідно подавання зі швидкістю, яка забезпечує рівномірне ущільнення всього шару. Вібратор занурюють у шар бетону так щоб робоче наконеччя заходило в бетон, що не почав схоплюватися, на глибину 5...10 см.

Колони без перехресних хомутів бетонують ділянками завдовжки 5 м. Бетонну суміш подають зверху із цебра через лійку й ущільнюють глибинними вібраторами. Під час бетонування високих колон роблять розбивання на яруси бетонування. Останній ярус по висоті бетонують після того, як бетон попереднього ярусу набуде міцності 1,5 МПа і буде влаштован робочий шов. Рамні конструкції необхідно бетонувати без перерв. Якщо це зробити неможливо стояки рами бетонують на висоту до робочого шва.

Стіни перегородки й діафрагми жорсткості більше ніж 15 см завтовшки бетонують, безперервно подаючи бетонну суміш зверху через лійки й хоботи на висоту 3 м. Бетонують шарами завтовшки 0,5...0,8 довжини робочої частини наконечця вібратора. Якщо товщина стіни менше ніж 15 см, її бетонують на висоту до 1,5 м. Якщо стіни вищі, для зручності армування й укладання бетонної суміші з одного боку на висоту ярусу встановлюють опалубку, далі монтують арматуру і встановлюють опалубку з друго боку.

Бетонну суміш подають зверху або через кишені й рівномірно її розподіляють. Стінки резервуарів рекомендують бетонувати по висоті й периметру без перерв. Бетон у стінках і днищі стикують у місцях, передбачених у проекті. Підпірні стіни можна забетонувати, подаючи суміш з автобетоновоза.

Східчасті фундаменти під колони бетонують в кілька етапів. Спочатку бетонують подушки підвалин; далі встановлюють арматурний каркас, блок опалубки й укладають суміш у нижні щаблі фундаменту; після цього бетонують підколонник до утворювача гнізда стакана або низу анкерних болтів (для металевої колони); встановивши утворювачі гнізда або анкерні болти, бетонують верх фундаменту. Бетонну суміш укладають шарами завтовшки 30...35 см і ущільнюють за допомогою глибинних вібраторів з наконеччями, які обирають відповідно до ступеня армування.

Балки й плити перекриттів, монолітно пов'язані з колонами й стінами, бетонують через 2 год після бетонування вертикальних конструкцій, щоб бетон, покладений у них, первісно осів. Балки й прогони менше ніж 800 мм заввишки бетонують шарами по 35...40 см одночасно з плитами.

Бетонну суміш у балках ущільнюють за допомогою глибинних вібраторів з гнучким валом, а в плитах – вібробрусом і поверхневими вібраторами. Товщина шарів бетонної суміші під час укладання її в плити з подвійним армуванням має бути більше ніж 120 мм, а в плити з одиничним армуванням або бетонні – 250 мм. Плити перекриття бетонують за другорядними або головними балками, подаючи суміш у напрямку раніше укладеного бетону.

Склепіння з великою протяжністю ділять на обмежені по довжині ділянки бетонування, робочий шов яких розташовуються перпендикулярно до утворювального склепіння. Бетон укладають у огорожені ділянки, рухаючись симетрично від п'ят до замка, щоб зберегти форми опалубки.

Масивні арки й склепіння з прогоном більше ніж 15 м бетонують смугами, паралельними до повздовжньої осі склепіння й розташованими симетрично щодо його щелиги. У проміжки, що залишилися між смугами через 5...7 днів укладають жорстку бетонну суміш й ущільнюють її за допомогою глибинних вібраторів. Останнім бетонують клин-замок, розташований у центрі склепіння.

Влаштування робочого шва. Конструкції зазвичай бетонують із перервами, спричиненими змінюваністю робіт, технологічними та організаційними причинами. Місце, у якому після зупинки укладають свіжу бетонну суміш впритул до раніше укладеної і до бетону, що вже твердне, називається робочим швом. У конструкціях, що згинаються, робочий шов розташовують у місцях з найменшим значенням перерізувальної сили. У колонах шов влаштовують на рівні верху фундаменту, унизу прогонів балок або підкранових консолей; у колонах безбалкових перекриттів – у низу або вверху вуту, у рамах – між стійкою і ригелем. У високих балках, монолітно пов'язаних з плитами, шов влаштовують не доходячи 20...30 мм до рівня нижньої поверхні плити.

Продовжувати бетонування можна після утворення робочого шва бетону міцніст якого становить не менше 1,5 МПа. Відповідно до цього визначається тривалість перерв (18...24 год при температурі +15 °С), а також розташування шва згідно з визначеними темпами укладання. Поверхня робочого шва повинна бути перпендикулярною до осі елемента, а в стінах і плитах – до їхньої поверхні. Щоб цього досягти встановлюють щитки-обмежувачі з прорізами для арматурних стрижнів, міцно прикріплюючи їх до щитів опалубки.

13.4 Догляд за бетоном і розпалублення

Технологічні операції щодо догляду за бетоном починають здійснювати одразу після його укладення. Відкриту поверхню бетону оберігають від шкідливого впливу прямих сонячних променів, вітру й дощу. У суху теплу погоду бетон на звичайних портланд-цементях поливають протягом 7 діб, на глиноземистих цементях – 3 доби, а на шлакопортландцементях та інших малоактивних цементях – не менше 14 діб. За температури вище +15 °С протягом перших трьох діб бетон поливають через кожні 3 год удень і один раз вночі; в наступні дні – не рідше трьох разів на добу. Якщо поверхня бетону попередньо була вкрита вологоємними матеріалами (брезентом, матами, піском тощо), перерви між поливанням збільшують в 1,5 раза. Якщо середня температура повітря від +5 до 0 °С бетон можна не поливати.

В умовах жаркого сухого клімату, коли не забезпечені сприятливі температурно-вологісні умови тверднення, міцність бетону знижується на 15...40 %, зменшується також його морозостійкість, водо- й газонепроникність, тому, крім поливання водою, необхідно вживати додаткових захисних заходів. У початковий період догляду не слід рясно поливати бетон одразу після укладення й порушувати структуру бетону, що твердне. Опалубку, розміщену з південного боку, рекомендують фарбувати в білий колір або встановлювати захисні щити (тенти). Поверхню свіжоукладеного бетону доцільно вкривати бітумними емульсіями або вкривати його полівінілхлоридними плівками, водонепроникним папером, брезентом тощо. Застосовують також витримування бетону під шаром води (спосіб «водних басейнів, що вкривають»).

Розпалублення забетонуваних конструкцій – один з основних видів опалубних робіт. Розпалублення виконують тільки з дозволу виконроба, а в особливо важливих конструкціях (за переліком, встановленим проектом) – із дозволу головного інженера.

Розпалублення вертикальних незавантажених монолітних конструкцій, за умови збереження форми, виконують, якщо їх міцність становить не менше ніж 0,2...0,3 Мпа; незавантажених монолітних конструкцій горизонтальних і похилих прогонів до 6 м – якщо міцність бетону не менше ніж 70 %; конструкцій прогонів понад 6 м – не менше ніж 80 %. Мінімальна міцність завантажених конструкцій, зокрема й бетону, що лежить вище, визначається за проектом виробництва робіт і узгоджується з проектною організацією.

Терміни набуття бетоном необхідної міцності встановлюють за даними випробувань контрольних зразків, орієнтовно – за графіками й таблицями залежно від марки та виду застосовуваного цементу і середньої температури твердіння (зазвичай через 6...72 годин після закінчення бетонування). Скорочення часу витримування бетону в опалубці уможливорює збільшення її оборотності, а отже забезпечує ефективність використання опалубки.

Під час розбирання опалубки не допускається пошкодження монолітних конструкцій та елементів опалубки, тому знімати опалубки необхідно акуратно. Знімати будь-яку опалубку можна тільки після її попереднього відривання від бетону. Під час розбирання дрібнощитової опалубки застосовують ломикі-обценьки. Відривання опалубних панелей вручну вимагає великих затрат праці і спричиняє простої механізмів, тому в таких випадках використовують домкрати або колінчасті важелі.

Стояки й риштування, що підтримують опалубку несучих конструкцій, видаляють лише після зняття бічної опалубки та огляду розпалублених конструкцій і колон, що підтримують ці конструкції. Стояки, що підтримують опалубку днищ балок бетонованого перекриття, залишають. Під балками й прогонами нижчого перекриття стояки залишають на відстані 4 м одна від одної і не менше ніж 3 м від опор конструкції. Ці стояки видаляють, коли бетон набуде проектної міцності. Опалубку просторових конструкцій знімають плавно, уникаючи перекосів.

Підготування опалубки до повторного використання передбачає очищення її від налиплого бетону, витягування цвяхів і ремонт пошкоджених місць. Металеві щити змащують з боку, повернутою до бетону, мастильними матеріалами (мастилами), використовуючи розпилювач або китиці.

Після розпалублення, коли бетон ще досить свіжий, виправляють виявлені дефекти. Порожнини і раковини очищують від погано ущільненого бетону, обробляють щітками або піскоструминним апаратом, промивають водою і закладають розчином (1:2). Каверни закладають шляхом торкретування.

Переміщення людей по забетонованих конструкціях і палублення верхніх конструкцій допускається після набуття бетоном міцності не менше 1,5 МПа. Оброблення поверхні монолітних конструкцій, прорізування деформаційного шва, технологічних борозен, отворів, якщо ці види робіт передбачені проектною документацією, можуть проводитися тільки в тому разі, якщо міцність бетону та залізобетону не менше ніж 50 % від проектної величини.

ЛЕКЦІЯ 14 ПРИНЦИПИ ТА МЕТОДИ МОНТАЖУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

14.1 Загальні положення

Монтаж – комплексний процес збирання будівель і споруд з укрупнених конструкцій, деталей і вузлів заводського виготовлення. Монтаж є провідним технологічним процесом будівельного виробництва. Роль монтажу як процесу зростає внаслідок розвитку промисловості з виробництва конструкцій, різноманітних і ефективних засобів механізації, сучасних досягнень в галузі технології та організації будівельного виробництва, використання потокових методів.

Будівельні конструкції монтують не тільки під час зведення повнозбірних, але й в інших типів будівель. Під час зведення будівлі з цегляними стінами, наприклад, монтують збірні фундаментні блоки, елементи каркаса (колони й ригелі), плити перекриття і покриття, сходові марші та майданчики.

Вантажопідйомність перших баштових кранів становила 3 т, зараз вантажопідйомність сучасних мобільних кранів для житлового будівництва становить 8...10 т. Висота зведених будинків не лімітується, але зазвичай не перевищує 40 поверхів. У промисловому будівництві використовують крани з вантажопідйомністю до 800...1000 т. Застосовують безкранові методи монтажу, що базуються на використанні домкратів і електромеханічних підйомників.

У наш час важливого значення набуває впровадження енергозберігаючих технологій у виробництво збірного залізобетону, яке базується на застосуванні цементів нового покоління та хімізації бетону – застосовуються домішки багатофункціонального призначення.

Організаційні принципи передбачають: першорядне виконання робіт нульового циклу, зокрема прокладення комунікацій до будівель; потоковий метод монтажу під час ув'язування комплектів підйомально-транспортних машин; монтаж конструкцій з транспортних засобів («з коліс»); попереднє укрупнення конструкцій на землі в незмінні блоки; розбивання будівлі на монтажні ділянки або захватки із закріпленням за ними комплексних бригад робітників і монтажних механізмів; забезпечення ритмічного здавання окремих змонтованих ділянок споруди, що зводиться, для виконання наступних робіт; вибір методів монтажу й механізмів на підставі техніко-економічного порівняння варіантів.

Важливим фактором для будівельників є технологічність будівлі, що зводиться загалом, включаючи технологічність використовуваних монтажних елементів, які передбачають таке: мінімальна кількість типорозмірів змонтованих елементів характеризує ступінь типізації конструкції; максимальна будівельна готовність постачання конструкцій – ступінь точності геометричних розмірів і положення закладних деталей; зручність стропування, піднімання, встановлення та вивірення елементів; простота й зручність закладання всіх стиків і заливання швів; близький до одиниці показник монтажною маси, що є відношенням середньої ваги конструкції до її максимальної ваги, – визначає їхню укрупненість і рівноважність.

Комплексний технологічний процес монтажу збірних будівельних конструкцій – сукупність процесів і операцій, внаслідок виконання яких

отримують каркас, частину будівлі або споруди, повністю зведену споруду. Готову змонтовану продукцію отримують шляхом здійснення *транспортних, підготувальних, основних і допоміжних процесів*.

Транспортні процеси передбачають такі дії: транспортування конструкцій на центральні та приоб'єктні склади; навантаження й розвантаження конструкцій, сортування та укладання їх на складах; подавання конструкцій з місця укрупненого збирання або складів для монтажу, транспортування матеріалів, напівфабрикатів, деталей та пристроїв в зону монтажу.

Підготувальні процеси передбачають перевірення стану конструкцій, укрупнювальне збирання, тимчасове (монтажне) укріплення конструкцій, підготовлення до монтажу та облаштування, подавання конструкцій у вигляді монтажної одиниці безпосередньо до місця установа. Додатковими є процеси щодо оснащення конструкцій пристосуваннями для їхнього тимчасового закріплення, нанесення на монтвані елементи настановних позначок, навішування помостів і драбин.

Допоміжні процеси – це підготування опорних поверхонь фундаментів, вивірення конструкцій, влаштування риштувань, перехідних майданчиків, сходів та огорож, виконуваних під час установа конструкцій.

Основні або монтажні процеси – це установа конструкцій в проектне положення. Монтажними процесами є такі: підготування місць установа збірних конструкцій, стропування й піднімання з необхідним переміщенням у просторі, орієнтування й установа з тимчасовим закріпленням, розстропування, остаточне вивірення й закріплення, зняття тимчасових кріплень, закладання стиків і шва.

Монтаж будівельних конструкцій може здійснюватися за двома схемами: монтаж зі складських засобів та монтаж з транспортних засобів.

Під час проведення *монтажу зі складських засобів* усі технологічні операції, розглянуті раніше, виконують на будівельному майданчику.

Монтаж «з коліс» передбачає виконання на будівельному майданчику тільки власне монтажних робіт. Готові та підготовлені до монтажу конструкції доставляють на будівельний майданчик із заводів-виготовлювачів у чітко встановлений строк. Безпосередньо з транспортних засобів ці конструкції подають до місця їхнього установа в проектне положення.

Методи монтажу конструкцій. Наявність різноманітних варіантів конструктивного облаштування будівель і споруд передбачає застосування різних методів і прийомів їхнього монтажу. Вибір методу монтажу елементів конструкцій залежить від ступеня укрупнення цих елементів, послідовності монтажу збірних елементів, способу установа конструкції в проектне положення, засобів вивірення й тимчасового кріплення елементів тощо.

Класифікація методів монтажу за ступенем укрупнення елементів. Залежно від ступеня укрупнення конструкцій виокремлюють такі види монтажу: *дрібноелементний, поелементний, великоблоковий, комплектно-блоковий і монтаж споруд у готовому вигляді.*

Дрібноелементний монтаж з окремих конструктивних елементів характеризується трудомісткістю, неповною завантаженістю монтажних механізмів

унаслідок різної маси елементів, які монтуються, значною кількістю піднімань, закладенням багатьох стиків. Потрібно влаштовувати будівельні риштування для фіксації елементів і укрупнювального складання безпосередньо в конструкції. Отже, цей метод – малоефективний і застосовується вкрай рідко.

Поелементний монтаж з окремих конструктивних елементів (колони, ригелі, панелі перекриттів) передбачає мінімум витрат на підготувальні роботи. Він застосовується під час зведення цивільних і промислових будівель, їхнього монтажу з приоб'єктного складу і з транспортних засобів.

Великоблоковий монтаж виконують з геометрично незмінних плоских або просторових блоків, попередньо зібраних з окремих елементів. Масу блоків доводять, по зможі, до максимальної вантажопідйомності монтажних механізмів. Одночасно зменшується кількість монтажних піднімань, зникає необхідність проведення більшості монтажних операцій на висоті.

Комплектно-блоковий монтаж передбачає повну заводську готовність великих блоків (за розміром комірки), зокрема й вже змонтовані комунікації – санітарно-технічні, електротехнічні, вентиляційні. У разі застосування в будівництві метод містить також монтаж блок-кімнат. Споруджений будинок розділяють на великогабаритні, але транспортабельні, конструктивно закінчені, повністю оброблені (забарвлення, оздоблення) і укомплектовані обладнанням монтажні блоки, які доставляють до місця монтажу, де здійснюється збирання будівель. Маса таких монтажних блоків може досягати 100 т.

Монтаж споруд у готовому вигляді передбачає повне зведення споруди на рівні землі з остаточним з'єднанням та закріпленням усіх вузлів і з подальшим установленням споруди в проектне положення. Цей метод застосовують під час монтажу опор ліній електропередач, радіовеж, оболонки.

Способи наведення монтажних елементів на опори. Залежно від способу установлення конструкції в проектне положення розрізняють:

– *вільний монтаж*, за якого елемент, що монтується без обмежень, установлюють в проектне положення за його вільного переміщення. Спосіб потребує постійного контролю положення елемента в просторі під час його установлення, постійного виконання кріпильних та інших операцій, що вивіряються на висоті. Недоліками способу є складність і трудомісткість робіт;

– *обмежено-вільний монтаж* характеризується тим, що конструкція встановлюється в напрямні упертя, фіксатори та інші пристосування, що частково обмежують вільне переміщення конструкції, але це призводить до зниження трудовитрат на тимчасове кріплення й вивірення;

– *примусовий монтаж* конструкцій заснований на використанні кондукторів, маніпуляторів, індикаторів та інших засобів, що забезпечують повне або часткове переміщення конструкції під дією власної маси і зовнішніх факторів. Спосіб забезпечує підвищення точності монтажу, уможливорює значне зниження трудовитрат.

Відповідно до загальноприйнятої послідовності встановлення елементів конструкції зводять, застосовуючи такі методи: *диференційований (розподільний), комплексний і змішаний (комбінований)*.

Диференційований або розподільний метод передбачає установлення однотипних конструктивних елементів, зокрема і їхнє тимчасове й остаточне закріплення. Під час зведення одноповерхових промислових будівель спочатку встановлюють всі колони, потім підкранові балки, під час останнього проходження монтажного крана навішують стінні елементи.

У багатоповерхових житлових будинках послідовно монтують стінні панелі, перегородки, сантехкабіну та інші елементи. Завершується робота на поверсі укладанням панелей перекриття.

Комплексний метод – це послідовне установлення, тимчасове й остаточне закріплення різних конструктивних елементів, складників каркасу однієї частини будівлі. Встановлення елементів іншої комірки починається після проектного закріплення конструкцій попередньої. Перевагою цієї схеми є можливість раніше розпочати подальші опоряджувальні роботи і установлення технологічного обладнання в частинах із закінченим монтажем.

Змішаний або комбінований метод становить собою поєднання роздільного і комплексного методів. Під час першого монтажного потоку встановлюють всі колони, під час другого – почастино монтують підкранові балки, кроквяні ферми й панелі покриття, під час третього – навішують стінні панелі.

Піднімання – основна монтажна операція, що становить собою переміщення всіх або окремих точок конструкції в просторі. Розрізняють такі види піднімання: за накладанням обмежень, за прийомами здійснення, за перервністю здійснення операцій, за складністю виконання, за напрямком переміщення.

Вільне піднімання характеризується можливістю одночасного просторового переміщення конструкцій у всіх напрямках, *примусове* – тільки в одному напрямі. В останньому разі вільне переміщення найчастіше обмежується напрямними або пристосуваннями.

Підтягування полягає в переміщенні конструкції за принципом «на себе» шляхом передавання зусилля від монтажних засобів через тяги.

Виштовхування (видавлювання) – це переміщення конструкції за принципом «від себе» за допомогою передавання руху через штовхачі монтажних машин і механізмів. Виштовхування здійснюють за допомогою переривчастого переміщення, видавлювання – безперервного.

Опускання – це прийом, що становить собою переміщення конструкції під дією власної ваги. *Поворот* характеризується радіальним переміщенням конструкції у вертикальній або горизонтальній площині.

Безперервне переміщення передбачає рух конструкцій зі швидкістю, яка визначається робочими механізмами монтажних засобів. Таке переміщення зазвичай використовується в разі підтягування чи опускання конструкцій на гнучких тягах. Переривчасті переміщення – циклічні.

Просте піднімання передбачає переміщення конструкції в одному напрямку – вертикальному, горизонтальному або радіальному.

Складне піднімання – комбіноване переміщення одночасно в двох або більше напрямках, з технологічною перервою або без неї.

14.2 Транспортування та складування збірних конструкцій

На будівельний майданчик конструкції доставляють, використовуючи різні види транспорту, а саме: *наземний* – автомобільний, залізничний, тракторний; *водний* і *повітряний*. Чинниками, що впливають на вибір транспорту для будівництва, є такі: місце розташування; наявні, розміщені поблизу транспортні комунікації; розташування заводів, що забезпечують будівництво збірними конструкціями; тимчасові й погодні умови; маса, габарити конструкцій, дальність їхнього транспортування.

Основний вид транспорту для перевезення збірного залізобетону – *автомобільний*, якщо дальність транспортування – до 200 км.

Горизонтально перевозяться елементи конструкцій, які укладають у споруду і які використовують у горизонтальному положенні: балки, ригелі, прогони, плити та панелі перекриттів, балконні та покрівельні плити, високі стінні блоки, а також багатомірні збірні конструкції – колони й палі.

У вертикальному й похилому положенні транспортують кроквяні й підкроквяні ферми, стінні панелі, панелі перегородок. Об'ємні елементи – блок-кімнати, санітарно-технічні кабіни перевозять у проектному положенні.

Під час транспортування автомобільним і залізничним транспортом за розміром вантаж повинен співпадати з габаритами рухомого складу. Відхилення від цих габаритів (по висоті, ширині, довжині) потребують спеціального узгодження й контролювання умов перевезення.

Необхідний запас конструкцій на складі встановлюють відповідно до проекту виробництва робіт, з урахуванням календарного графіка монтажу і площ, які можуть бути відведені для розкладання конструкцій у зоні дії кранів. Розвантажують доставлені на будівельний майданчик збірні конструкції за допомогою спеціального розвантажувального самохідного крана, інколи – основного монтажного механізму. Отже, «монтаж з коліс» є найбільш економічним і найменш трудомістким методом.

Складування збірних елементів конструкцій. Трудовитрати на зберігання конструкцій від загальної трудомісткості монтажних робіт становлять для металоконструкцій – 12...25 %, для залізобетонних конструкцій – 13...27 %. Склади розміщують на розпланованому майданчику, з урахуванням стоку зливних і талих вод. Склади поділяються на *центральні* (біля колій прибуття вантажів) і *приоб'єктні*.

Під час зберігання конструкцій на приоб'єктному складі необхідно: розкласти збірні елементи і розміщувати стоси в зоні дії монтажного крана з урахуванням послідовності монтажу; конструкції, що мають велику масу (або парусність), розташовувати поблизу монтажного крана; зберігати збірні елементи в умовах, що унеможливають їхню деформацію та забруднення.

Усі елементи складують на дерев'яних підкладках 6х6 і 8х8 см. Необхідно забезпечити співвісність укладання елементів, унеможливити утворення тріщин і перенапруг у бетоні конструкцій.

Важкі конструкції розміщують на складі поблизу монтажного крана, а легші – подальше. Щоб зменшити площу складу, конструкції зазвичай

зберігають у стосах. Проходи між стосами необхідно влаштовувати в повздовжньому напрямку через кожні два суміжні стоси, у поперечному – не рідше ніж через 25 м. Ширина поперечних проходів повинна бути не менше ніж 0,7 м, а відстані між стосами – не менше ніж 0,2 м.

Панелі перекриття, колони, ригелі й прогонні плити повинні бути укладені в стоси в горизонтальному положенні. Оптимальні розміри стосів мають бути такими: для колон – 4 ряди, для ригелів і прогонів – 3 ряди, для плит покриттів і перекриттів – до 10...12 рядів, але максимальна висота стоса не повинна перевищувати 2,5 м. Залізобетонні й металеві елементи каркаса одноповерхових промислових будинків укладають біля місць встановлення: легкі колони – вершинами до фундаменту, важкі – нижнім кінцем до фундаменту.

14.3 Підготування елементів конструкцій до монтажу

Підготування елементів до монтажу передбачає: укрупнювальне збирання в плоскі або просторові блоки; тимчасове укріплення елементів для забезпечення стійкості й незмінюваності під час підймання; облаштування риштувань, драбин, огорожень для безпечного і зручного ведення робіт; закріплення страхувальних канатів, розчалування, відтягнення.

Укрупнювальне збирання застосовують в тому разі, якщо через габаритні розміри або масу елементів конструкції їх не можна доставити на будівельний майданчик у готовому, зібраному вигляді. Із доставлених збірних залізобетонних елементів (відправних марок) здійснюють укрупнювальне збирання ферм завдовжки 24 м і більше, високих колон одноповерхових промислових будівель важкого типу.

Іноді збирають площинні блоки – залізобетонні колони й ригелі, утворюючи рамні системи, ферми покриттів, що доставляються у вигляді двох половин, панелі стін, опускних колодязів тощо. У металевих конструкціях на будівельному майданчику збирають ті самі конструкції, а також ферми покриттів та світлових і аераційних ліхтарів.

Укрупнювальне збирання здійснюють переважно на складах конструкцій або на спеціальних майданчиках, улаштовуючи стаціонарні стелажі. Елементи, що підлягають укрупненню в довжину, подають краном зі складу й укладають на опори стенда або касети таким чином, щоб співпали їхні повздовжні осі.

Для обслуговування складальних майданчиків раціональніше використовувати козловий кран. Застосування козлових кранів для механізації укрупнювально-складальних операцій здешевлює вартість цих робіт, зменшує потреби щодо залізничних і гусеничних кранів великої вантажопідймальності, вартість експлуатації яких у 1,5...2 рази більше.

Укрупнення елементів в просторові блоки, що за розмірами комірки, здійснюють у разі значних обсягів робіт і виконують на конвеєрних лініях. Ця лінія розміщується на рейкових шляхах, по яких на спеціальних візках переміщують блоки що укрупнюються. Кількість зупинок конвеєра коливається від 4 до 16, для зручності роботи оздоблювальні пости обладнують тепляками, що уможлиблює виконання робіт незалежно від погодних умов.

Конструкції тимчасово укріплюють для сприйняття ними монтажних зусиль. Конструкції укріплюють у тому разі, якщо розрахована схема конструкції і виниклі під час піднімання елемента зусилля не збігаються, тому що це може призвести до втрати стійкості й міцності конструкції або її окремих частин і вузлів під час піднімання. Так укріплюють металеві ферми, пояси яких, у разі їхньої великої протяжності, можуть виявитися недостатньо стійкими й жорсткими під час піднімання. Найчастіше укріплюють високі колони, нижні частини двогілкових колон, сталеві й дерев'яні ферми, арки і рами великих прогонів, елементи збірних залізобетонних оболонок, армоцементних склепінь, сталеві циліндричні оболонки, елементи листових конструкцій.

14.4 Вантажопідіймальні монтажні машини та механізми

Крани та підіймачі. Монтаж будівельних конструкцій здійснюють за допомогою підіймальних і підіймально-транспортних машин та механізмів. Залежно від технологічних особливостей вони можуть бути *мобільними, обмежено мобільними й немобільними*. Специфічну групу становлять літальні апарати й плавні монтажні крани.

Стрілові монтажні крани на гусеничному, пневмоколісному, автомобільному ході і зі спеціальним шасі належать до мобільних монтажних засобів. Вони вільно переміщуються від однієї зупинки (об'єкта) до іншої, високо маневрені і обслуговують велику територію, але ступінь їхньої стійкості за різних положень поворотної частини неоднаковий.

Щоб збільшити виліт стріли, застосовують додаткові пристрої – гусачки з допоміжним гаком, а також спеціальні наголовники – жорсткі й вилкуваті. Стріли з некерованим гусачком (4...10 м) і жорстким наголовником сприяють розширенню зони горизонтального обслуговування, а з керованим – і зони вертикального. Крім того, поліпшуються можливості маневрування монтажним елементом під час його піднімання. Вилкуватий наголовник забезпечує монтаж багатомірних елементів (колон), висота яких більша за висоту верху стріли.

Баштові, козлові, залізничні, мостові та кабельні крани, а також самопідіймальні крани, щогли й портали належать до обмежено мобільних, тому що сприяють проведенню робіт тільки в зоні, яка визначається за розмірами горизонтальних або вертикальних напрямних (рейкових шляхів) і за радіусом дії робочого устаткування.

Під час монтажу будівель і споруд найчастіше використовують баштові крани. Переміщення вантажу за їхньою допомогою здійснюється внаслідок повороту стріли або башти, зміни вильоту стріли (гака) або руху по рейкових шляхах. У процесі монтажу ці операції можуть поєднуватися. Основними технічними характеристиками баштових кранів є вантажний момент, найбільший виліт стріли і висота підймання гака. Для баштових кранів серії КБ встановлено такі вантажні моменти: 40, 160, 250, 400, 600, 1000, 1600, 2500, 4000, 6300 і 10 000 кН/м. У промисловому будівництві застосовують і більш потужні баштові крани з вантажним моментом від 15 000 до 36 000 кН/м.

Шевро, портали, стрічкові підіймачі, гвинтові щоглово-стрілові крани належать до немобільних монтажних машин. Робоча зона цих засобів

встановлюється за розмірами всієї машини чи окремих її частин, наприклад за розміром стріли.

Літальні та плавні монтажні засоби. Під час монтажу й демонтажу будівельних конструкцій, в тому разі, якщо неможливо або важко застосувати інші засоби механізації, а також у разі економічної доцільності можуть бути використані вертольоти. Для них необхідно влаштовувати майданчики – злітно-посадкові й завантажувальні, де конструкції стропують. Плавні монтажні крани застосовуються під час будівництва мостів, дамб, берегоукріплювальних та інших споруд, що зводяться у воді.

14.5 Інструменти, пристосування та інвентар для монтажних робіт

За технологічними ознаками монтажні операції можна розподілити на три групи:

- *такелажні*, пов'язані з підготовленням конструкції до піднімання, оснащення й стропування (захоплення);
- *власне монтажні*, що передбачають піднімання, наведення, орієнтування, установлення, вивірення й закріплення конструкцій;
- *супутні* – антикорозійний захист, герметизація, бетонування стиків, деякі види оброблення, установлення кріпильних деталей, анкерів.

Оснащення – операція з облаштування монтованих конструкцій пристроями та обладнанням, необхідними для створення зручних, надійних і безпечних умов виконання робіт. Елементами оснащення є: *канати* (сталеві, прядив'яні й капронові), що виконують роль стропів, вантів, розчалювань або відтяжок; *розпірки, підкоси, тяги*, застосовувані для вивірення й кріплення конструкцій; *навісні драбини, коліски, риштування*, що гарантують зручність і безпеку проведення робіт; *монтажні столики, хомути, петлі, кронштейни, підвіски* для кріплення технологічного обладнання та інші спеціальні пристрої.

Сукупність елементів оснащення, призначених для підтримання, підіймання та опускання конструкцій, а також для наведення та орієнтування, називають *такелажем*.

Стропування – операція, що забезпечує тимчасове зчеплення монтованих конструкцій з монтажними машинами й механізмами. Усі стропувальні пристрої розділяють так: за просторовою жорсткістю – на *гнучкі* та *жорсткі*.

Гнучкі виготовляють з канатів. Вони можуть бути *універсальними, полегшеними й багатогілковими*.

За сферою застосування – на *універсальні*, що застосовуються для зчеплення багатьох типів конструкцій, і *спеціалізовані*, придатні тільки для окремих конструкцій.

За способами управління – на *дистанційно керовані*, що уможливають проведення розстропування на відстані, і *некеровані*, які роз'єднуються вручну.

За принципом роботи – на *механічні, електромагнітні, вакуумні й комбіновані*.

Стропувальні пристрої повинні забезпечувати: збереження, стійкість і постійність розміщення вантажу під час його піднімання; унеможливити самовільне відчеплення, рівномірно розподіляти зусилля між стропами й

попереджати перенапруження в монтованих конструкціях; сприяти проведенню стропування й розстропування шляхом простих і зручних прийомів у мінімальний термін; бути надійними й універсальними; мати невелику, порівняно з монтованою конструкцією, масу; гарантувати зручні й безпечні умови праці.

Універсальні гнучкі стропи виготовляються у вигляді замкнутої петлі від 5 до 15 м завдовжки із сталевих канатів діаметром 19...30 мм, полегшені стропи – з троса діаметром 12...20 мм із закріпленими на кінцях гаками, карабінами, скобами або петлями, що спрощує їхнє кріплення до монтованих конструкцій. Замість тросів можуть застосовуватися ланцюги. Для забезпечення розстропування полегшені стропи обладнують напівавтоматичними пристроями.

Багатогілкові стропи (дво-, чотири-, шестигілкові) застосовують у разі зчеплення конструкцій на двох точках і більше. Як окремі гілки використовують полегшені стропи, які кріплять до спеціальної скоби (петлі), що дає змогу регулювати в них зусилля.

За допомогою багатогілкових строп можна проводити (крім вертикального піднімання) кантування конструкцій із горизонтального положення у вертикальне, і навпаки. Під час стропування вантажу однією гілкою канат розтягується із силою, рівною вазі вантажу.

Траверси становлять собою конструкції, виготовлені зі сталевих труб або прокатних профілів у вигляді балок, рам або ферм з підвішеними до них стропами або металевими стрічками – жорсткими стропами. В останніх роблять отвори для протягування шпінів. Стropи траверс можуть обладнуватися різними видами зачепних пристроїв, тому вони універсальні. Основне призначення траверс – захистити елементи що, піднімаються, від стискних зусиль.

Консольні зачіпи слугують для піднімання плоских горизонтальних конструкцій – плит перекриттів, профільованого настилу, а також статично стійких багатомірних горизонтально встановлюваних елементів – балок, ригелів тощо.

Фрикційні зачіпи працюють внаслідок використання сил тертя, що виникають між поверхнею конструкції і притискними частинами.

Кліщові зачіпи застосовують для піднімання двотаврових залізобетонних конструкцій, профільованих і листових металокопиркцій.

Вакуумні зачіпи – це малогабаритні камери (присоси) з гумовим кільцем ущільнювача, внутрішня порожнина яких з'єднана з вакуумним насосом. Зчеплення конструкцій здійснюється шляхом накладання камери на їхню поверхню і створення усередині камери розрідженого середовища.

Електромагнітні зачіпи становлять собою сталевий корпус з круглим або прямокутним перерізом, всередині якого розміщено котушку. Зчеплення відбувається внаслідок подавання в котушку по гнучкому кабелю постійного струму. Вантажопідіймальність електромагнітних зачепів – від кількох сотень кілограмів до кількох тонн.

Облаштування конструкцій, що підлягають монтажу, передбачає їхнє оснащення почіпним риштуванням, приставними й почіпними драбинами, почіпними колісками. Облаштовують конструкції, щоб створити безпечні

умови праці на висоті. Інвентарні почіпні риштування, майданчики та сходи прикріплюють до елементів, що монтують, у місцях їхнього встановлення.

Застосовуване для монтажу конструкцій риштування поділяють на *складальне* й *монтажне*. Складальні слугують тимчасовими, підтримувальними опорами для конструкцій під час монтажу, а монтажні є робочими. За їхньою допомогою здійснюють різні операції: наведення стиків, зварювання монтажних з'єднань тощо. Для роботи у розташованих високо монтажних вузлах покриттів великопрогонних будівель застосовують *вежі* – *висувні* або з *постійною висотою*, що пересуваються по рейкових шляхах. На вежах влаштовують монтажні майданчики для складання конструкцій.

Використовують монтажне риштування двох видів: *наземне*, що встановлюється безпосередньо на землі; *підвісне* і *навісне*, яке кріплять до конструкції, що монтується, до її піднімання і піднімають разом з нею або навішують на конструкцію після її установа. Як наземне використовують переставне риштування й драбини для роботи на висоті до 3,2 м, а також приставні сходи з майданчиками до 14 м.

Підвісні сходи й *риштування*, що закріплюються на колонах за допомогою хомутів і заставних деталей, розташовують у місцях примикання підкранових балок, кроквових і підкроквових ферм. Навісні коліски з драбинами навішують на балки і ферми.

Приставні сходи з майданчиками є основним елементом облаштування колон для кріплення ферм і підкранових балок до колон, якщо висота будівлі невелика. Використовують два основних типи монтажних драбин з майданчиками та з несучою конструкцією у вигляді шпренгельної або гратчастої ферми. Перший тип призначений для виконання робіт на висоті до 7,4 м, другий – до 14 м.

Навісні драбини виготовляють заввишки 3,7 і 2,8 м, із запобіжним кошиком і без нього; їх навішують на хомути, прикріплені до колон на землі, або закладні деталі колон.

Монтажні коліски навішують на балки, призначені для їхнього проектного закріплення після попереднього установа на монтажні болти. Сходи з колісками навішують на верхній пояс кроквової або підкроквової ферми, застосовують для кріплення пов'язів, прогонів, розпірок і монорейок. Сходи кріплять до ферм за горизонтальні або похилі пояси, а коліски навішують на них за допомогою гаків за щаблі на будь-якій висоті.

ЛЕКЦІЯ 15 ВИКОНАННЯ ПОКРІВЕЛЬНИХ РОБІТ

15.1 Різновиди покрівель

Експлуатаційні властивості будь-якої будівлі визначаються ступенем надійності та якості покрівлі. Конструювання покрівлі передбачає вирішення складних комплексних завдань, що стосуються як інженерних, так і архітектурних та естетичних проблем.

Останнім часом у сфері будівництва відбулися зміни, пов'язані насамперед з появою великої кількості нових сучасних будівельних матеріалів. Їх використання спричинило розвиток нових технологій будівельного процесу. Застосування нових будівельних матеріалів, що дає змогу не тільки зекономити час та кошти під час будівництва, але й значно скоротити витрати на подальшу експлуатацію будівель, було стимульоване прийняттям низки нормативних документів, що істотно підвищують вимоги до якості тепло- й енергозбереження. Однією з найбільш консервативних ділянок будівництва є улаштування покрівлі. У наш час використовуються *нові покрівельні матеріали*, різноманіття яких вражає.

Залежно від наявного водоізоляційного шару покрівлі відокремлюють чотири основні типи – *рулонні, мастичні, листові й складальні (дрібноштучні)*. Вид покрівлі обирають, враховуючи конструктивні особливості будівлі й агресивні впливи навколишнього середовища. Крім класифікації за видом водоізоляційного шару, покрівлі можна також умовно розділити на дві великі групи – покрівлі в міському будівництві та в дачно-котеджному.

15.2 Улаштування рулонних і мастикових покрівель

Рулонні й мастикові покрівлі найчастіше застосовують у міському будівництві, значно рідше – під час спорудження дач і котеджів. Рулонні покрівлі виконують з бітумних і бітумно-полімерних матеріалів з армувальною синтетичною, картонною або скляною основою, а також з еластомерних синтетичних або скломатеріалів.

Мастикові покриття отримують під час нанесення на основу рідинов'язких олігомерних продуктів, які, тверднучи на повітрі, утворюють суцільну еластичну плівку. Мастики мають хорошу адгезійну здатність щодо бетонних, металевих та бітумних покриттів. По суті, мастикові покриття – це полімерні мембрани, які формуються на поверхні даху.

Допустимий ухил даху для рулонних і мастикових покрівель становить 0...25 %, відповідно до нього визначають кількість шарів в основному й додатковому водоізолювальному килимі в разі застосування рулонних матеріалів і кількість армованих мастикових шарів, якщо використовуються мастикові матеріали.

Показник гнучкості за певної температури характеризує можливий злам матеріалу (за заданого радіуса згинання) залежно від температури навколишнього середовища. Якісні бітумно-полімерні матеріали повинні зберігати гнучкість за температури – 15...20 °С. Водопоглинання за масою через 24 годи-

ни для більшості вітчизняних полімерно-бітумних матеріалів на скловолокнуватій основі становить 0,5...2,0 %, а для більшої частини імпортованих матеріалів з основою із синтетичних волокон водопоглинання не перевищує 0,5 %.

Ще однією надзвичайно важливою властивістю покрівельного матеріалу є його *довговічність*, тобто потенційний термін використання, який визначається на підставі ступеня гнучкості матеріалу. Для деяких матеріалів він становить 30 років.

Рулонні матеріали можуть забезпечити водонепроникність навіть за нульового ухилу, а верхня межа рекомендованого ухилу становить 45...50°. Укласти їх можна на будь-якій суцільній (дерев'яній, бетонній) основі.

Відповідно до способів укладання рулонних матеріалів відокремлюють такі їхні види:

- *приклеювані* – на гарячих бітумних мастиках та на холодних резинобітумних, бітумно-полімерних, полімерних мастиках і клеях;

- *що наплаваються* – на окислених і модифікованих бітумах, гарячим (вогневим) способом за допомогою газових пальників, гарячим (безвогневим) способом за допомогою обладнання інфрачервоного випромінювання, холодним (безвогневим) способом шляхом розчинення потовщеного шару бітуму;

- *із шаром, що склеює* – матеріали, з внутрішнього боку у яких є спеціальне захисне покриття (силіконова плівка), яке знімають, рулон розкачують на заґрунтовану поверхню.

Найдавнішим є спосіб укладання покрівельного килима. Це спосіб суцільного приклеювання рулонних матеріалів до основи.

Під час укладання матеріалу шляхом підплавлення або підрозчинення потрібно дотримуватися необхідної товщини нижнього покривного шару, яка повинна співпадати з розмірами нерівностей (шорсткостей) стяжки основи.

Значно впливають на якість покрівлі перепади температур. Якщо не вжити заходів щодо унеможливлення впливу на покрівлю взаємних переміщень елементів її основи та температурних деформацій, уникнути розривів покрівельного килима й протікань буде неможливо. У такому разі неефективним буде й застосування найсучасніших і найнадійніших матеріалів.

До початку облаштування рулонного килима замовник повинен прийняти основу під дах і скласти акт на приховані роботи. Карнизні звиси, водостічні лійки, розжолобки й інші частини даху необхідно оздобити гідроізолювальними матеріалами до початку укладання рулонного килима.

Унаслідок наклеювання на покрівлю декількох шарів рулонних матеріалів на ній утворюється монолітний гідронепроникний покрівельний килим, тому покрівлі з таких матеріалів повинні мати з малий ухил (0...10 %). Рулонні покрівлі розподіляють на плоскі – з ухилом 3 % і менше і скатні – з ухилом більше ніж 3 %. Найбільші ухили скатів рулонних покрівель не повинні перевищувати 25 %.

Під час улаштування покрівельного рулонного килима з ухилом менше ніж 3 % необхідно застосовувати тільки біостійкі матеріали – гідроізол, руберойд із антисептированою основою, бітумізовану склотканину, толь-шкіру, різні плівки з синтетичних матеріалів.

Полотнища на схилі до 15 % наклеюють поперек ската, тобто уздовж карниза. На дахах з ухилом більше ніж 15 %, для того щоб килим не сповзав зі скату, полотнища розгортають уздовж нього (за напрямком стікання води), перепускаючи їхні кінці через гребінь на 150...200 мм.

Лійку встановлюють у найнижчому місці, до того ж довжина шляху води, що стікає в лійку, не повинна перевищувати 15 м. Лійку розташовують не менш ніж за 0,5 м від найближчих частин будівлі, що піднімаються над покрівлею. Рулонний килим підсилюють склотканиною, просоченою мастикою. Далі настеляють додаткові шари рулонного килима. Патрубок лійки із стояком з'єднують сальником.

До початку наклеювання рулонного килима виконують такі роботи: тинькують до рейки в штрабі стіни парапети, брендмауери, температурний і усадочний шов; встановлюють лійки внутрішнього водостоку, на поверхні скатів улаштовують цементну стяжку. Фартухами закривають фронтонні й карнизні звиси. На карнизах з вільним скиданням води фартухи укладають назустріч панівному в районі вітру з перекриттям на 150 мм.

Пароізоляційний шар для захисту утеплювача від зволоження парами води, що потрапляють із приміщення крізь пори і стики несучої основи, наносять на цю основу. Розрізняють обклеювальну і фарбувальну пароізоляції.

Теплоізоляцію з плит укладають в один або два шари залежно від різновиду, властивостей і товщини утеплювача. Мінераловатні плити наклеюють на гарячій бітумній мастиці, інші – перлітобітумні, легкобетонні, з піноскла – укладають насухо. У теплоізоляції з сипких матеріалів спочатку через кожні 2...4 м укладають маякові рейки, а на них смугами завтовшки не більше ніж 6 см перший шар утеплювача.

Монолітну теплоізоляцію укладають смугами через одну за маяковими рейками. Ширина смуг – 4...6 м, довжина – 6...12 м. Утеплювач з легких бетонів ущільнюють і загладжують віброрейкою та іншими механізмами. Після зчеплення бетону і набуття ним достатньої міцності смуги й компенсаційний шов також заповнюють бетонною сумішшю.

Поверхню теплоізоляційного шару із сипких матеріалів і напівжорстких плит вирівнюють стяжками з цементно-піщаного розчину, асфальтобетону та бетонними плитами. Стяжку улаштовують за маяковими рейками.

Для підвищення якості приклеювання рулонних матеріалів стяжки ґрунтують холодними бітумними ґрунтівками (суміш розплавленого бітуму з гасом). Готова ґрунтівка за температури 16...20 °С повинна бути рідкою й однорідною. Під час нанесення ґрунтівки на свіжоукладену стяжку останню не потрібно захищати від сонячних променів – плівка ґрунтівки, що утвориться, перешкоджатиме випаровуванню води з розчину.

Після розмічення й розкатування рулонного матеріалу за місцем його згортають і розкатують знову тільки на довжину 0,5...0,7 м. Матеріал накладають на змащену мастикою поверхню й ретельно розгладжують вручну від середини до країв. Потім укладальник стає на приклеєний кінець рулону і продовжує його розкатувати, одночасно приклеюючи рулонний матеріал.

Рулонну покрівлю починають наклеювати з найнижчих місць даху. У внутрішньому водостоку на чашу лійки наклеюють полотнище зі склотканини, потім обклеюють чашу і розжолобок базовими рулонними матеріалами в чотири шари, дотримуючись необхідного розбігання шва. Далі наклеюють додаткові полотнища на приляганнях, карнизних і фронтонних звисах. Після цього наклеюють перший шар на скатах, у чаші лійки й розжолобку, за ними – другий шар тощо.

Під час влаштування покрівельного килима з рулонних матеріалів на гарячій мастиці можна одночасно наклеювати всі проектні шари. Напрямок напуску стиків зовнішнього шару килима повинен співпадати з напрямом панівних вітрів у районі будівництва.

Деформаційний шов і компенсатори покликані зменшити навантаження на покрівельний килим в місцях найбільших деформацій.

Деформаційний шов влаштовується для того, щоб нормалізувати деформації у вузлі обраного типу покрівельного матеріалу. Обов'язковим є виготовлення деформаційного шва з еластичних полімерних і бітумно-полімерних матеріалів та урахування режиму експлуатації покрівлі.

Необхідно пам'ятати, що деформаційний шов повинен насамперед оберігати покрівельний килим від розривів, тому не варто спрямовувати потік води через його конструкцію. Під час конструювання деформаційного шва потрібно передбачати можливість безпечної деформації в об'ємі.

15.3 Улаштування покрівель із листових матеріалів

Плоскі металеві листи. Влаштування покрівлі з листової сталі вимагає кваліфікованої ручної роботи, а декоративні властивості таких дахів невеликі. Рекомендований ухил даху зі сталевих листів – 14...20°. У будівництві застосовують чорну покрівельну й оцинковану сталь, листи якої завтовшки 0,35...0,8 мм, розміри – від 510x510 мм до 1250x2500 мм, маса – 3...6 кг. Неоцинковану листову сталь використовують обмежено, здебільшого під час ремонту покрівель – вона малоефективна й потребує постійного фарбування. Оцинкована сталь стійка до корозії, термін її експлуатації значно більший.

Як покриття зазвичай використовують листи, розмір яких 710x1420 мм, а товщина 0,45; 0,5 і 0,55 мм. Для карнизних звисів використовують більш товсті листи – 0,63 і 0,7 мм завтовшки. На будівельний майданчик сталеві листи доставляють пачками, у пачці – 10...24 листів, загальна маса яких – до 80 кг.

Покрівельні листи з'єднують один з одним за коротким боком листа лежачими фальцами, а по довгій – стоячими. Під час покриття скатів покрівлі стоячі фальци розташовують по скату, а лежачі – упоперек (паралельно до гребеня покрівлі), що не перешкоджає стіканню води зі скатів.

Під час настеляння покрівлі зі сталевих листів складають подвійні картини (з двох листів, з'єднаних за коротким боком). Процес улаштування покрівлі містить такі етапи: заготування сталевих листів (картин), відгинання фальців; улаштування брускових або суцільних латів – розжолобки і звиси вкривають суцільним дощатим настилом; закріплення на карнизах Т-подібних костилів і штирів для кріплення водостічних лійок і труб; прибивання клямерів,

установлення картин, напрямок укладання – паралельно або перпендикулярно до гребеня; улаштування прилягань.

Одним з найскладніших елементів монтажу фальцевих покрівель є стикування фальців. Останнім часом поширення набув метод безперервного закачування стоячих фальців – постачання покрівельного матеріалу в рулонах (шטיפсах) – смугах завширшки 0,6 м.

Картини підготовлюють на всю довжину скату без поперечних лежачих фальців. Одну картину кріплять до іншої за допомогою стоячих фальців фальцювальними машинками, унаслідок чого підвищується продуктивність праці, а покриття без лежачих фальців стає більш герметичним.

Найоптимальнішим метод безперервного закачування є під час роботи з такими ковкими матеріалами, як мідь і цинк-титан.

Мідь як покрівельний матеріал володіє високою архітектурною виразністю й використовується у виняткових випадках (вартість 1 м² мідного листа набагато більша за оцинковану сталь). Довговічність такої покрівлі – понад 100 років. Колір мідної покрівлі спочатку відповідає назві, але потім вона темніє, набуваючи темно-коричневого кольору. Із часом, вкриваючись патиною, мідь набуває блакитно-сірого відтінку. Мідь випускається у рулонах завширшки 670 мм; товщина листа – 0,6 і 0,8 мм. Вона розкислюється фосфором, що відтерміновує появу патини на 20...25 років.

Покриття покрівельним алюмінієм, листами зі сплаву алюмінію, практично мало чим поступається мідному. Воно також добре фальцується, пластичне і теплопровідне. Його випускають у довгих рулонах, що унеможлиблює поперечний шов.

Матеріал вкривають із чолового боку захисним полімерним покриттям, що убезпечує від старіння і механічних пошкоджень. Для захисту від корозії він додатково вкритий з внутрішнього боку спеціальним лаком. Термін використання покрівельного алюмінію становить близько 80 р.

Особливе місце серед листових покрівельних матеріалів посідають профільні листи, одержувані з різних матеріалів. Одними з перших профільних листових матеріалів були азбестоцементні листи. Пізніше стали використовувати хвилясті листи з оцинкованої сталі, алюмінію, пластмасові листи (склопластикові, ПВХ), бітумно-картонні гофровані листи – ондулін і його аналоги. Нещодавно з'явився новий вид листових матеріалів зі складним профілем – металочерепиця. Найпростішим різновидом профільних листів є хвилясті листи з оцинкованої сталі й листового алюмінію.

Профільні листи з оцинкованої сталі укладають за технологічною схемою, прийнятою під час настеляння покрівлі з хвилястих азбестоцементних листів – паралельними горизонтальними рядами в напрямку від звісу до гребеня, з напуском на одну хвилю. Листи укладають методом «шов у шов», але без обрізання кутів в місцях стиків.

З появою профільованих листів були розроблені нові методи укладання швидкокомтованих покрівель. Смуги розкочують уперек ската, закріплюють саморізами і напускають розташованими вище смугами на 15...20 см, закладаю-

чи стрічки герметика у шов. Стики суміжних листів здебільшого бувають засувними або замикальними.

Технологія замикальних покрівель поступово витісняє традиційну технологію, оскільки має такі переваги: замикальне замкове з'єднання передбачає температурне розширення металу; забезпечується легкий і швидкий монтаж і демонтаж покриття за мінімальної кількості стиків.

Швидкокомтовані покрівлі настеляють, розкочуючи рулон і закріплюючи його за допомогою затискної смуги. Після монтажу низки рулонів укладають рулони наступного ряду, захищаючи їхні штаповані грані на смузі затискного кріплення. Для більш надійного закріплення покриття можуть прикріплюватися до основи за допомогою клямерів різних конструкцій або шурупів-саморізів.

Азбестоцементні покрівельні листи. Азбестоцемент отримують із суміші коротковолокнистого азбесту (15 %) і портландцементу (85 %). Азбестоцементні хвилясті листи, або шифер, – довговічний (до 50 років), технологічний і, у деякій мірі, декоративний матеріал. Їх застосовують для покрівель із ухилом більше ніж 12° ; вага 1 м^2 такої покрівлі – 10...14 кг.

Шиферний лист звичайного профілю має розміри $1,2 \times 0,7 \text{ м}$, висота гофра становить 28 мм. Зараз також можна придбати шифер середнього (40 мм) і великого (51 мм) профілю, а розмір таких листів коливається від $1,75 \times 0,98 \text{ м}$ до $2,5 \times 1,15 \text{ м}$. Працювати з шифером надзвичайно просто. Листи укладають навхлист і кріплять до лат так званими шиферними цвяхами.

Під час монтажу шиферного даху рекомендовано робити підкладковий шар з пергаміну або руберойду. Для збільшення довговічності й надання декоративності азбестоцементні листи вкривають забарвленими сумішами або фарбують їх у масі. Фарбувальний шар знижує водопоглинання, підвищує морозостійкість азбестоцементу й збільшує термін його використання.

Покрівлі з хвилястих азбестоцементних листів улаштовують на залізобетонних, сталевих і дерев'яних прогонах будівель будь-якого призначення.

Листи укладають зі зміщенням напуску в суміжних рядах на 1...3 хвили або з розташуванням усіх рядів по довжині схилу в одну лінію. В останньому разі перед укладанням другого й третього листів обрізають кути. Листи посиленого і уніфікованого профілю укладають зазвичай «шов у шов», обрізаючи кути. Поперечний напуск суміжних листів повинен співпадати з однією хвилею відповідно до напрямку панівних вітрів. Повздовжній напуск для листів звичайного профілю – 120...140 мм, для листів інших профілів – 200 мм.

Гофровані листи на картонній основі з бітумним просоченням і декоративним покриттям лицьової поверхні виготовляє багато фірм. Першість у цій галузі належить французькій фірмі «Ондулін», що вже більше 50 років виробляє такі матеріали.

Ондулінові листи – гнучкі, хвилясті, вони відформовані з целюлозних волокон і просочені бітумом. Із лицьового боку листи вкриті захисним декоративним барвистим шаром на основі термореактивного (вініл-акрилового) полімеру й світлостійких пігментів; кольори покриття – червоний, коричневий, зелений і чорний. Випускають листи з однотипним фарбуванням, які мають

матову фактуру поверхні, і з подвійним, які мають більш яскравий колір і є більш довговічними.

За співвідношенням переваг і недоліків металочерепиця поступається керамічній черепиці. Вона має дуже низьку шумоізоляцію, що при мансардній конструкції будинку змушує влаштовувати більш потужні шумо- й теплоізоляцію. Теплопровідність металочерепиці теж висока, тому будівлю необхідно утеплювати.

Обов'язково потрібно враховувати й ще одну особливість цього матеріалу – підвищене утворення конденсату на нижній поверхні листів (роса утворюється саме на цій поверхні). Утворення конденсату сприяє, наприклад, перепад денних і нічних температур. Конденсат утворюється в таких кількостях, що його потрібно відводити назовні.

Під час кріплення металочерепиці доведеться зруйнувати поверхневий захисний шар, унаслідок чого утвориться корозійнонебезпечна зона. Крім того, великі листи мають велике лінійне розширення, отже, у разі коливання температур кріплення буде постійно розхитуватися, тобто кріпильні отвори будуть постійно розширюватися. Ці отвори потрібно буде замазувати мастикою.

15.4 Улаштування покрівель зі штучних матеріалів

Складальні покрівельні матеріали є різновидом штучних. До них, окрім екзотичних, – соломи, дранки й гонту – належить і черепиця, яка використовується здавна. За технологією виготовлення виокремлюють *натуральну й штучну* черепицю; за формою – *плоску, пазову, жолобчасту і хвилясту*; за вихідною сировиною – *глиняну, цементно-піщану, бітумну, металеву*; за призначенням – *рядову, конькову, бічну, половинчасту* тощо.

До основи черепицю прикріплюють клямерами, дротом, цвяхами або укладають без кріплень, вона зберігає своє розміщення внаслідок сили гравітації.

Основою під черепичну покрівлю можуть слугувати бруски з перетином (50...60) x (50...70) мм, а також суцільні лати з дощок, фанера, цементно-піщана стяжка. Покрівлі з черепиці можуть бути одно- або двошаровими, шви – закриватися плівкою. Відстань між брусками латів обумовлюється розмірами черепиці.

Керамічна черепиця довговічна (термін її придатності – понад 100 років), екологічно чиста й естетично приваблива. Але, облаштовуючи таку покрівлю, не можна забувати, що вага 1 м² покриття становить 40...70 кг. Черепиця – становить собою плоскі або фігурні плитки з обпаленої глини. Вони укладаються вручну на густі й міцні лати. Рекомендовані ухили покрівлі становлять 18...60° (у мансардах до 76°). Розрізняють декілька видів черепиці: плоска стрічкова й штампована, голландська, татарська тощо. Натуральний колір черепиці – від теракотового до піщано-жовтого.

Під час улаштування покрівель з черепиці спочатку підбирають плитки за формою, розміром і кольором, виявляють тріщини, викривлення й дефекти. Під час простукування плитки повинні видавати чистий і дзвінкий звук. Наступним етапом є підготування половинок черепиці. Для цього плитки вимочують, надпилюють і їх перерубують.

У верхній частині стрічкової черепиці просвердлюють отвори для прикріплення її цвяхами. Ці отвори під час укладання перекривають рядами розташованої вище черепиці. Для плоскої черепиці отвори не просвердлюють, оскільки її закріплюють клямерами.

Технологічна схема укладання черепиці така: щоб навантаження на крокви покрівлі було рівномірним, укладання починають одночасно на обох протилежних схилах, напрям під час укладання рядів – від карниза до гребеня, стики розташовують на брусках латів.

Місця сполучень схилів вистеляють спеціальними жолобчастими черепицями, кожна з яких має пазовий обідок для зчеплення з сусідньою плиткою, розжолобки виконують за суцільними латами, використовуючи жолобчасту черепицю або покрівельну сталь, обробляють коміри димових труб, укладаючи навколо них видру з цементно-піщаного розчину, на готову черепичну покрівлю встановлюють містки, насадки тощо.

Через 3...4 місяці після завершення укладання покрівлі поперечні шви потрібно промазати вапняно-піщаним розчином з волокнуватими матеріалами й зверху вкрити їх олійною фарбою.

Декоративність і довговічність черепиці обумовили її престижність, популярності не набула. Однією з причин виявилася її слабка морозостійкість, що для наших погодних умов має дуже важливе значення. Ця обставина спричинила появу численних замінників, які імітують черепицю – *цементно-піщана черепиця, металева, гнучка*.

Останнім часом поширення набуло покриття з різнокольорових тонких плиток прямокутної або шестикутної форми. Це так звана *гнучка черепиця*. Вона має скловолокнисту основу з нанесеним на неї бітумом, поверх нього нанесена мінеральна присипка, тобто за будовою вона аналогічна до сучасних рулонних покрівельних матеріалів. Розмір такої черепиці становить приблизно 1 м на 300...350 мм при товщині 3...4 мм. Вона укладається навхлист на суцільні лати. Кріпиться такий матеріал за допомогою цвяхів і клейкого шару черепиці, який становить 50...60 % від загальної площі. Вигідніше використовувати плитки прямокутної форми, оскільки їхня клейка поверхня більша.

Потрібно зазначити, що для такого матеріалу, щонайменше з двох причин не важлива така якість, як еластичність. По-перше, такі матеріали постачаються й укладаються на покрівлю у вигляді плоских листів невеликого розміру (не потрібно розмотувати рулон); по-друге, у разі деформації матеріалу в процесі його використання на покрівлі у вільно закріплених плитках не виникає таких напружень, як у великих полотнищах покрівельного килима з рулонних матеріалів, що призводять до розривів і деформацій у килимі.

Мінімальний кут нахилу покрівлі – 10...12°, максимальний – не передбачається, цим матеріалом можна покривати навіть ділянки стін які примикають до дахів. Якщо кути нахилу малі (до 18°), під м'яку черепицю потрібно підстиляти шар рулонного матеріалу. Трудомісткість влаштування покрівельного покриття невелика: вага 1 м² покриття всього 8...12 кг. Основа покрівлі з м'якої черепиці повинна бути нерухомою, міцною, гладкою, сухою, її потрібно вентилувати. Вологість матеріалу не повинна перевищувати 20 % від сухої

ваги. Як основа можуть бути використані дошки й фанера. Під час проведення реконструкції старі покриття (з бітумних матеріалів, металевих листів) потрібно відповідним чином підготувати, що є надзвичайно важливо для забезпечення надійної експлуатації майбутньої покрівлі з м'якої черепиці.

Обираючи спосіб монтажу плиток, потрібно враховувати їхню структуру, ухил даху, а також матеріал, із якого виготовлена основа. Найлегше укласти плитки, що мають клейкий шар і запобіжну плівку. У такому разі плівка перед монтажем знімається і кожна плитка кріпиться до основи за допомогою цвяхів або без них (для деяких типів плиток). Приклеювання нижньої поверхні плитки до основи й до сусідніх плиток відбувається під дією сонця. Як наслідок утворюється герметичне покрівельне покриття.

Обираючи технологію монтажу, потрібно враховувати температуру зовнішнього середовища, при якій проводяться роботи. Найоптимальнішою є температура близько +6 °С. Якщо вона нижча, то склеювання покрівельних плиток забезпечується шляхом нагрівання клейких поверхонь гарячим повітрям від спеціального пристрою. За спекотної погоди плитки необхідно зберігати в тіні, щоб забезпечити простоту монтажу й легкість видалення поліетиленової плівки.

Штамповану франкфуртську черепицю виготовляють із цементно-піщаної суміші, додаючи мінеральні пігменти. Колір – класичний червоний, сірий камінь, габарити – 330x420 мм; форма аналогічна до голландської керамічної черепиці; витрата на 1 м² – 10 штук; вага 1 шт. – 4,5 кг. Така черепиця вирізняється високими фізико-механічними показниками й морозостійкістю порівняно з керамічною черепицею. Довговічність такої покрівлі – 50 років.

Металочерепиця дрібноштучна, розміри якої становлять 1,4x0,5 м, товщина – 0,5 мм, зовні нагадує великолистову металочерепицю. Листи забарвлюють епоксидним складом, із зовнішнього боку додатково вкривають прозорою поліакриловою смолою з кольоровим мінеральним дрібняком, що імітує натуральну черепицю і захищає метал від атмосферних впливів.

Листи укладають за брусковими латами починаючи від гребеня, укладаючи нижні листи під верхні. Місця стиків закріплюють оцинкованими цвяхами, капелюшки цвяхів «маскують» мінеральним складом під колір покрівлі. Дрібноштучну металочерепицю на скатах можна укласти з ухилом більше ніж 12°. Невеликі розміри листів дають змогу настеляти покриття на дахах складної конфігурації.

15.5 Комплектувальні елементи та системи водовідведення покрівель

Під час монтажу покрівлі використовують такі комплектуючі: підвісні риштаки, кронштейни й заглушки до них, лійки, водостічні труби, кронштейни й коліна до них; а також гребеневі, торчакові й карнизні планки, кріплення труб, антен тощо.

Вартість комплектуючих може становити 30..40 % від вартості покрівельного матеріалу. Для влаштування покрівлі з м'якої черепиці, крім рядової плитки, використовують також добірні та інші комплектуючі елементи. Це карнизні смуги, гребеневі елементи (з вентиляційними отворами),

вентиляційні труби, вакуумні вентилятори (для оптимізації провітрювання покрівельної конструкції або верхнього перекриття), рулонні матеріали для нижнього килима, покрівельні цвяхи або гачки.

Критерії для вибору покрівельного матеріалу такі: відповідність матеріалу й конфігурації покрівлі; відповідність довговічності матеріалу й запланованої довговічності покрівлі (особливо будівлі загалом); відповідність матеріалу й естетичним вимогам щодо нього; відповідність матеріалу й економічних можливостей забудовника (ураховують вартість матеріалу, трудомісткість його укладання й складність конструкції покрівлі).

Під час влаштування покрівель перевага надається організованому водовідведенню: зовнішньому – під час будівництва малоповерхових будівель зі скатними дахами, внутрішньому – в інших випадках. У внутрішньому водовідведенні водоприймальну лійку слід облаштовувати ізольованим нагрівальним кабелем, заглиблюючи його нижче рівня покрівлі і зверху закривати мідним ґратчастим ковпаком.

Система зовнішнього водовідведення складається з горизонтальних підвісних жолобів, вертикальних водостічних труб, трубних колін і зливів. Зовнішній край жолоба установлюють нижче умовної площини продовження схилу. Дно жолоба розташовують по вертикалі під краєм карниза.

Форма жолобів і труб може бути круглої або прямокутної форми. Водостічні лійки підбирають з таким розрахунком, щоб їхній переріз за площею перевищував переріз водостічної труби в 2...2,5 рази.

Недоліком пластмасових конструкцій є їхня властивість змінювати лінійні розміри під час температурних перепадів. Щоб нівелювати це явище, застосовують розширювальні елементи й гумові ущільнювачі.

У холодну пору року, навіть якщо теплоізоляція виконана задовільно, тепло витікає назовні і відбувається льодоутворення. На дахах виникають крижані затори й бурульки, які можуть пошкодити елементи покрівлі і становити небезпеку для людей.

Ці проблеми можна вирішити за допомогою облаштування системи протиобмерзання. Основою системи є секції, що складаються з нагрівальних кабелів, які монтують або по всій довжині водостічної труби, жолоба, лійки; або по лініях стиків площин дахів, навколо мансардних вікон; або по карнизах дахів, в дренажних та водозбірних лотках. Найчастіше кабель прокладають «змійкою» уздовж краю даху на ширину 0,6...1,0 м, безпосередньо у водостічних жолобах і трубах.

ЛЕКЦІЯ 16 ВИКОНАННЯ РОБІТ З УЛАШТУВАННЯ ПІДЛОГ

16.1 Конструктивні елементи та різновиди підлог

Підлоги – це конструктивні елементи будівлі або споруди, призначені для сприйняття експлуатаційних навантажень. До їхнього складу належать частини, які виконують самостійні функції:

а) *покриття* – верхній елемент підлоги, який безпосередньо зазнає експлуатаційних впливів. Як покриття застосовують паркет та інші матеріали на основі деревини, лінолеум, пластмасову й керамічну плитку, синтетичні ворсові килими;

б) *прошарок* – проміжний шар, який зв'язує покриття нижнього рівня з елементами підлоги або перекриттям. Із цією метою використовують цементно-піщані розчини, бітумні мастики, синтетичні клеї тощо;

в) *стяжка або збірна основа* – шар для підготування жорсткої основи під покриття, якщо нижні шари складаються з нежорстких або поруватих матеріалів;

г) *підстильний шар* – для рівномірного передавання навантаження на основу. Він складається із жужелю, гравію, щебеню, бетону та асфальтобетону. У разі влаштування підлоги по ґрунту цей шар розподіляє навантаження на основу, що знаходиться нижче;

д) *теплоізоляція* – шар з теплоізолювальних матеріалів (жужелю, керамзиту), що зменшує теплопровідність підлоги;

е) *звукоізоляція* – шар або прокладка, що зменшує передавання шуму через перекриття;

ж) *гідроізоляція* – шар, що перешкоджає доступу води та інших рідин до розміщених вище конструкцій підлоги.

Підлоги повинні мати тривалий термін експлуатації, бути конструктивно теплими, неслизькими, гладкими, безшумними під час ходьби й не виділяти пилу. Різновид підлоги зазвичай співпадає з найменуванням його покриття. Підлоги дощані, паркетні, з лінолеуму та полівінілхлоридної плитки зазвичай влаштовують у приміщеннях з легким і сухим режимом експлуатації – у житлових квартирах, палатах лікарень, кабінетах адміністративних будівель, шкільних класах і інших подібних приміщеннях.

Тип підлоги для промислових будівель обирають залежно від характеру й інтенсивності експлуатаційних впливів. Улаштування покриття підлоги є завершальним етапом підготовки будівлі до здавання в експлуатацію. Його виконують тільки після закінчення всіх будівельних, оздоблювальних робіт, робіт з монтажу технологічного устаткування, під час яких підлоги можуть бути пошкоджені, зволожені або забруднені.

Останнім часом освоєно випуск у заводських умовах таких листових елементів основи підлоги: рівних, міцних, з ідеальними стиками, готових до укладання будь-яких різновидів (зокрема й безосновного) підлогових покриттів.

До початку облаштування основи підлоги всі роботи, пов'язані з можливим зволоженням або забрудненням підлоги, повинні бути закінчені.

Температура повітря під час виконання робіт повинна бути не нижче ніж 8 °С, а відносна вологість повітря – не більше ніж 60 %.

Улаштування збірних основ підлоги починають з укладання на очищену основу розділювального шару з поліетиленової плівки або іншого матеріалу (для дерев'яних перекриттів – з парафінованого або гофрованого паперу, толю або пергаміну) з навхлестом сусідніх полотнищ не менше ніж 200 мм. Розділювальний шар виконує функцію паро- та гідроізоляції. По периметру приміщення прикріплюють крайкову стрічку завтовшки 10 мм з мінеральної вати або пінополістиролу для обмеження передавання шумів і створення компенсаційного шва.

Залежно від необхідних параметрів підлоги далі влаштовують *підстильну підлогу з пластифікованого пінополістиролу, сухий засип* або *комбінацію* цих матеріалів. Такий шар підвищує звуко- й теплоізоляційні характеристики конструкції підлоги, а також застосовується для вирівнювання поверхні перекриття та пропускання комунікацій.

Основу під підстильний шар підлоги можна укладати по вирівнювальному шару (для сухого засипу) або по регульованим лагам.

Питання правильного вибору *сухого засипання* дуже важливе для забезпечення якісної основи. Може застосовуватися керамзитовий гравій, щебінь із доменного жужелю, жужелева пемза, щебінь і засипи з кварцового піску. Мінімальна товщина засипу – 20 мм, якщо основа тільки вирівняна.

Збірну основу на ізольованому шарі з пінобетонних плит влаштовують так само, як і по сухому засипанню. Відмінністю є необхідність вирівнювання шпаклюванням поверхні несучої основи за наявності в ній нерівностей.

Щоб збірні основи, поверхня яких придатна для використання під будь-які сучасні підлогові покриття, були рівними, теплими, міцними, недорогими й сухими використовують гіпсоволокнуваті листи (далі – ГВЛ). Гіпсоволокнуваті листи міцні, волого- й пожаростійкі. Вони становлять собою пресовану суміш гіпсу й розпушеної целюлозної макулатури, тому є екологічно чистими, хімічно нейтральними й радіаційно безпечними.

Укладання таких основ передбачає повну відмову від трудомістких «мокрих» процесів, пов'язаних із використанням ручної праці під час влаштування цементної стяжки й наливної підлоги. Виключається необхідність сушіння, подальшого штроблення під комунікаційні канали, фінішне нівелювання або шліфування, а також ґрунтування під поверхнєве покриття. Окремі листи ГВЛ прикріплюють один до одного за допомогою клейових сумішей або спеціальних шурупів із потайною головкою.

Гіпсоволокнуваті листи більш міцні щодо стискання й тверднення, ніж гіпсокартонні. Вони технологічні в роботі, легко ріжуться, пиляються, стругаються, мають хорошу гвоздимість.

Комунікації в системах сухих основ підлоги вкривають шаром засипу, що вирівнює. У разі застосування регульованих лаг їх ретельно вивіряють за рівнем, засипають сухим утеплювачем, укладають один шар гіпсоволокнуватих листів і міцно з'єднують із лагами.

Конструкції збірної стяжки укладають як із окремих листів, так і з елементів збірної підлоги. У разі спланованого засипу листи укладають від дверного отвору углиб приміщення, якщо основа з лагами – від стіни, яка розташована навпроти дверного отвору. Листи укладають, щільно з'єднуючи їх у стиках. У разі використання окремих листів, щоб забезпечити їхнє жорстке з'єднання, на перший лист наносять шар клею ПВА.

Елементи збірної основи під підлоги становлять собою два гіпсоволокнуваті листи 1000x500x10 мм, з'єднані між собою в заводських умовах за допомогою клею, зі зміщенням на 50 мм один щодо одного. Маса такого елемента становить 18 кг.

Різновидом розглянутих вище рішень є комбіновані збірні панелі, що включають теплоізолювальний шар із пінополістиролу з двошарового гіпсоволокнуватого елемента. Комбінована панель містить два гіпсоволокнуваті листи завтовшки 10 мм, зміщені один щодо одного на 50 мм і склеєні між собою. Знизу до листів приклеєно ізолювальний шар пінополістиролу завтовшки 20...30 см (можливе виготовлення панелей з іншою товщиною шару) великою біологічною стійкістю, невеликою гігроскопічністю, незначною масою і відносно хорошою міцністю.

Як основу під комбіновані панелі використовують поліетиленову плівку або шар сухого засипу. Укладання готових щитів передбачає послідовне переміщення в квартирі з дальньої кімнати в коридор, з нього – в наступні приміщення, що дає змогу не порушувати розрівняний шар засипу. Щоб отримати поверхню, готову до укладання підлогового покриття, необхідно зачистити стики гіпсоволокнуватих листів, зашпаклювати шви й поглиблення.

16.2 Улаштування монолітних підлог

Бетонні, мозаїкові та цементно-піщані покриття для підлоги використовують у вестибюлях громадських та адміністративних будівель, у торгових залах магазинів і підприємств громадського харчування, в окремих приміщеннях промислових підприємств. Як матеріал для влаштування такого типу покриттів застосовують портландцемент високих марок, річковий пісок, щебінь гірських порід мармуру, кварциту. Для світлих покриттів використовують білий і розбілений цемент, для кольорових – із домішками пігментів.

Монолітні бетонні підлоги виконують одношаровими, завтовшки 25...50 мм, *мозаїкові та цементно-піщані* – двошаровими: перший, підстильний шар – 25...30 мм, основний покривний шар – 15...20 мм. Безпосередньо перед влаштуванням покриття поверхню основи очищують, рясно зволожують і ґрунтують цементним молоком. Для кращого зчеплення основу зі збірних залізобетонних плит покриття, цементно-піщаних стяжок і підстильних шарів попередньо очищують від наявної на її поверхні цементної плівки за допомогою скребачки.

Бетон і розчин укладають у покриття смугами до 3,5 м завширшки, обмежуючи їх маячними рейками. Суміш ущільнюють віброрейками або майданчиковими вібраторами. Поверхню покриття загладжують металевими гладилами, цей процес має бути завершений до початку зчеплення бетону і

розчину. Поверхні бетонних і мозаїкових покриттів шліфують шліфувальними машинами після набуття покриттями міцності, щоб унеможливити викришування грубого наповнювача з поверхні. Цементно-піщане покриття зазвичай загладжують і залізнять.

Поверхню підлоги, укладену насвіжо, укривають вологою тирсою шаром 2...3 см і витримують їх у вологому стані протягом 5...7 діб. Плінтуси в приміщеннях з бетонними, мозаїковими і цементно-піщаними підлогами витягують шаблоном з того ж розчину, що і верхнє покриття.

Влаштування покриттів по ґрунтовій основі. На ґрунт укладають щебінь, укочують його котком і заливають рідким розчином, отримуючи «худий» бетон. Далі в підстильний шар укладають смугами бетонну суміш 10...12 см завтовшки й 3...4 м завширшки. Смуги обмежують маяковими дошками, бетонують через смугу, проміжки заповнюють бетонною сумішшю через добу. Застосовують два рішення влаштування гідроізолювального шару, що залежить від гідростатичного напору води. У першому разі, за незначного гідростатичного напору або за його відсутності по бетонній основі влаштовують холодну ґрунтовку з бітуму, розведеного в розчиннику, у другому – використовують гідроізоляцію з рулонних матеріалів. Верхнє захисне покриття виконують у вигляді цементної стяжки або шару асфальтобетону.

Влаштування мозаїкових покриттів проводять у тій самій послідовності, що й цементно-піщаних. Як в'язучі матеріали для таких покриттів іноді застосовують декоративні, кольорові сорти цементу. Особливістю й складністю у влаштуванні мозаїкових покриттів є необхідність застосування спеціальних жилок з кольорового металу або іншого матеріалу. Жилки унеможливають утворення тріщин і підвищують декоративність поверхні.

Під час влаштування мозаїкового багатобарвного покриття з жилками маякові і розподільні рейки не укладають. Ширина вирізуваних жилок повинна співпадати з товщиною покриття. Ущільнюють мозаїкове покриття дуже обережно, щоб не порушити малюнка. Після остаточного тверднення розчину покриття шліфують до оголення зерен наповнювача, а подряпини й пори шпаклюють цементними пастами.

Відповідно до специфіки виробництва, під час зведення будівель і споруд часто використовують особливі конструкції монолітної підлоги. У разі влаштування *лугостійких* бетонних і цементно-піщаних покриттів як в'язучі застосовують портландцемент і шлакопортландцемент, як обов'язкову домішку – трикальцевий алюмінат у кількості до 5 % від маси цементу. На вибухонебезпечних виробництвах використовують *безіскрові бетонні* та цементно-піщані покриття. Як великий і дрібний наповнювач для таких покриттів застосовують вапняк, мармур та інші кам'яні матеріали, що не утворюють іскор у разі удару об них різних предметів.

Для виготовлення *кислотостійкої підлоги* використовують рідке скло й кремнефтористий натрій. Наповнювачі, пісок і щебінь, повинні бути кислотостійкими, наприклад, щебінь – з діабазу, граніту й подібних природних матеріалів. Для покриттів із *жаротривкого бетону* заповнювачі (пісок і

щербинь) виготовляють шляхом подрібнення вогнетривких шамотних і магнезитових матеріалів.

Металоцементні покриття застосовують на виробництвах, де передбачено рух по цеху транспорту на гусеничному ході або візків на металевих колесах. Для таких покриттів у пропорції 1:1 (цемент – сталева стружка) суміш зазвичай готують на стружці з легованої сталі, яку легше подробити. Покриття повинне бути двошаровим. Нижній шар завтовшки 15...20 мм укладають із цементно-піщаного розчину в пропорції 1:2 (цемент – пісок), його ущільнюють і розрівнюють, але не загладжують. До початку зчеплення цементу на цей шарок наносять шар металоцементної стяжки, який ущільнюють і загладжують.

Асфальтобетонні покриття використовують на виробництвах, де передбачено постійний рух людей і транспорту (на гумових шинах). Покриття повинно бути ізольованим від вологої основи. Покриття виготовляють на гарячій суміші, що складається з бітуму, піску й мінеральних наповнювачів. Добре перемішану суміш при температурі 160...180 °С укладають смугами завширшки 1,5...2 м по маякових рейках, розрівнюючи й ущільнюючи віброкотками.

Полімерцементобетонні покриття використовують у приміщеннях з підвищеними вимогами щодо чистоти й безпилості приміщення, але з інтенсивним рухом людей та автокарів. Суміш для такого покриття виготовляють на комплексному в'язучому – портландцементі й пластифікованій полівінілацетатній дисперсії. Основу покриття ґрунтують водним розчином полівінілацетатної дисперсії у пропорції 1:6. Укладають суміш смугами, ущільнюючи її віброрейками. Після завершення ущільнення суміш вирівнюють і загладжують металевими гладилами. Готове покриття натирають мастиками.

16.3 Улаштування покриттів зі штучних і плиткових матеріалів

Покриття зі штучних матеріалів мають дуже велику номенклатуру. Їх застосовують для влаштування підлог у вестибюлях громадських будівель, у магазинах та інших подібних приміщеннях із інтенсивним рухом людей і постійним вологісним режимом експлуатації.

Основною вимогою щодо будь-яких підлог зі штучних і плиткових матеріалів є міцність і довговічність їхнього чолового покриття, що насамперед обумовлюється якістю виконання підготувальних робіт. Залежно від умов експлуатації та призначення підлог підготувальними є такі будівельні процеси: укладання ґрунтових основ, підстильних шарів, стяжок вирівнювального шару, гідроізоляції, тепло- й звукоізолювального шарів.

Плиткові покриття підлоги укладають по жорсткій основі (стяжці або бетонній основі) або безпосередньо по плиті перекриття. Якщо підлога за проектом повинна мати ухил, то такий ухил має мати й основу, не рекомендовано влаштовувати ухил унаслідок змінювання ухилу прошарку.

Покриття з природного каменю найчастіше застосовують у вестибюлях готелів і громадських будівель, фойє театрів і кінотеатрів. Для таких покриттів використовують прямокутні плити з мармуру, а також їхні відходи з гладкою зовнішньою поверхнею, одержані внаслідок розпилювання й розкрюювання мармурових каменів, які називають брекчією.

Цілісні мармурові плити укладають по основі з цементно-піщаного розчину. По кутках приміщення розкладають плити, визначають товщину підстильного шару розчину й рядами настеляють мармурові плити.

Підлогу з *брекчії* укладають картами розмір яких від 1000x1000 мм до 3000x3000 мм. Застосовують два способи. Перший передбачає укладання маякових рядів із каменів правильної форми за осями запроектованої карти. Після достатнього зчеплення каменів з цементно-піщаною основою порожнину карти заповнюють розчином, у який втоплюють окремі камені з підбором мармурового бою за кольором і малюнком. Свіжоукладену брекчію вирівнюють у карті правилом.

За відсутності каменів правильної форми основу розмічують за допомогою дошок або рейок, якими фіксують розміри кожної карти. У карти на розчині укладають брекчії, які також вирівнюють за рівнем правилом. Після набуття достатньої міцності розкладки виймають, пази заповнюють розчином або спеціальними розкладками. Карти можна розмічати готовими розкладками, фактура й матеріал яких обумовлені в проекті. Розкладки увійдуть до складу готового покриття з брекчії. Застосовують готові плити з брекчії заводського виготовлення (розміром 500x500 мм) і плити, виготовлені за заданими розмірами.

Виконані підлоги з брекчії витримують 3...7 діб, потім їх шліфують мозаїково-шліфувальною машиною. Спочатку вирівнюють покриття, знімаючи можливі нерівності заввишки 1...2 мм під час шліфування насухо, далі шліфують і полірують поверхню, подаючи воду. Відшліфовану підлогу промивають теплою водою з каустичною содою. Під час влаштування плиткового покриття підлоги личкувальні матеріали укладають на розчинах і мастиках, відповідно до їхніх різновидів установлюють вимоги щодо якості підготування основ під підлоги.

Покриття з керамічної плитки влаштовують у приміщеннях з інтенсивним рухом людей і вологісним режимом експлуатації. Приміщеннями із систематичним або періодичним зволоженням підлоги водою та інтенсивним рухом людей є вестибюлі, гардеробні, душові та ванні кімнати. Керамічна плитка може бути одноколірною, із симетричним малюнком (малюнок може бути абстрактним). Розміри керамічних плиток від 100x100 мм до 500x500 мм. Відповідно до розміру в плані змінюють і товщину виробів.

Плитку, попередньо відсортовану за розмірами й змочену водою, укладають на стяжку з цементно-піщаного розчину або на стяжку зі спеціальних сумішей для укладання плиткової підлоги. Основу під плиткову підлогу попередньо очищують від бруду й пилу, рясно змочують водою. Після підготування основи розмічають усю площину підлоги і встановлюють плитки-маяки.

Маякова плитка може бути реперною, що укладаються біля стіни, із якої почнуть укладати ряди плитки, або фризовою, укладеною по лінії фриза.

Після завершення настеляння покриття плиткою по всій площі робочої ділянки (2...4 ряди паралельних плиток) їх, за необхідності, осаджують для вирівнювання. Для цього на поверхню укладають рівень або дерев'яний брусок завдовжки 1...2 м і зі його допомогою ударами молотка осаджують плитку по

всій довжині до проектного рівня, одночасно вирівнюючи поверхню підлоги. Вітчизняний ринок сьогодні пропонує широкий асортимент підлогової й настінної керамічної плитки, зокрема плитки з *керамограніту*. Така плитка може мати різний колір та різну поверхню – поліровану, шліфовану, під натуральний камінь, застосовуватися для внутрішніх і зовнішніх оздоблювальних робіт. Плитка для підлоги характеризується міцністю і незначною поруватістю, що, зі свого боку забезпечує її незабрудненість і морозостійкість. Використовують плитку, що повторює структуру паркету з цінних порід дерева, і нешліфовану плитку під мрамур.

Для виробничих приміщень виготовляють *особливо міцну технічну плитку* (від 150x150 мм до 600x900 мм) з ребруватою поверхнею для забезпечення протиковзання. У медичних установах застосовують антистатичний керамограніт, плитку, що поглинає рентгенівське випромінювання, спеціальну шорстку й неслизьку плитку для поверхні басейнів.

Якщо необхідно утворити ухил підлоги, на перекриттях під гідроізолювальним шаром влаштовують стяжку з бетону класу не нижче ніж В15, з відповідним ухилом. Найменша товщина цієї стяжки в місцях прилягання до стічних трапів під час її укладання безпосередньо по плиті перекриття повинна становити 20 мм, а під час укладання по тепло- або звукоізолювальному шару – 40 мм.

Розміри *дрібнорозмірної мозаїкової керамічної плитки* становлять 23x23 мм і 23x48 мм, а їхня товщина – 6...7 мм. Особливістю плитки є те, що в заводських умовах її наклеюють чоловим боком на квадратні листи щільного паперу-карти. Настеляють такі готові карти на цементно-піщаному розчині, товщина шару – 15 мм. Після підготовлення основи та розмічування натягають шнури-причалування по лінії шва між картами. Послідовність укладання – від дальньої стіни до дверей, карти розкладають папером угору, ударами молотка по дерев'яному бруску їх осаджують, щоб вирівняти й забезпечити заповнення розчином шва між плиткою.

Між картами влаштовують шов завширшки 2 мм. Після настеляння карт поверхню підлоги вкривають вологою тирсою і витримують. Через 2...3 доби папір змивають теплою водою, очищують поверхню плитки жорсткими щітками, шов між плитками і заповнюють рідким цементно-піщаним розчином, після зчеплення якого поверхню підлоги протирають мокрою тирсою.

Щоб запобігти цьому або зменшити такий дефект, плитку на розчині укладають на піщану подушку з вологого піску завтовшки 4...5 мм, додавши на його поверхню невелику кількість цементу (1...2 %). Такий шар піску значно зменшує вплив деформацій перекриття на плиткову підлогу. Крім цього, вологий пісок попереджає витягування залізобетонним перекриттям води з цементно-піщаного розчину, на якому укладають плитку.

16.4 Улаштування покриття підлоги з рулонних матеріалів

Покриття з рулонних матеріалів укладають у житлових і громадських будівлях. Як покриття для підлоги використовують також лінолеум безосновний і на повстяній основі, синтетичні килимові покриття.

Випускають такі різновиди лінолеума: полівінілхлоридний, алкідний, гумовий, на теплоізолювальній підоснові і без неї. Крім цього, лінолеум може бути одношаровим і багатошаровим, без підоснови і на тканинній підоснові. Довжина лінолеуму в рулоні може доходити до 30 м, ширина рулонів – 1200...6000 мм, товщина – у межах 1,5...5 мм.

Підлоги з лінолеуму мають свою специфіку влаштування залежно від застосовуваного лінолеуму – безосновного (холодного) або на повстяній основі (теплого). Важливими характеристиками матеріалу є зносостійкість і хімічна стійкість. Так, полівінілхлоридний лінолеум застосовують як покриття у різних будівлях, окрім приміщень із інтенсивним рухом: небажаним є використання жиру, масел і води. Алкідний лінолеум не рекомендовано застосовувати в приміщеннях, у яких використовують кислоти, луги й розчинники. Окремі типи гумового лінолеуму (реліна) рекомендовано використовувати як покриття в лабораторіях і хірургічних операційних.

Настеляють лінолеум після закінченні всіх будівельних, санітарно-технічних, електромонтажних та оздоблювальних робіт.

Щоб ліквідувати хвилястість, що утворилася під час зберігання в рулоні, лінолеум розстеляють на підготовлену та очищену основу за 1...2 доби до наклеювання, нерівності лінолеуму випрямляють привантаженням. Якщо лінолеум настеляють тільки в коридорах, а в кімнатах передбачено інше покриття, то стики влаштовують тільки в місцях розташування дверних коробок.

Підготування бетонної основи під лінолеум. Основа підлоги повинна бути ретельно підготовленою. Це передбачає формування рівної однорідної поверхні без залишків старого покриття, без щілин або пошкоджень. Перепади висоти не повинні перевищувати 2 мм на кожен метр підлоги. Не повинно також бути ніяких дрібних виступів або вибоїн, розмір яких перевищує 1...2 мм. Всі щілини, стики плит або тріщини зашпаровуються шпаклівкою, епоксидною смолою або цементним розчином, змішаним із оліфою. Під час укладання листового матеріалу на бетонну основу обов'язково формують шар гідроізоляції. Для цього використовують поліетиленову плівку 200 мкм завтовшки. Смуги розподіляються по підлозі з напуском у 200 мм і з заходом на стіни на 40...50 мм. Як звукоізолювальний шар на гідроізоляцію можна укладати спінений поліетилен. Листовий матеріал потрібно укладати з невеликими щілинами між аркушами, приблизно один міліметр. Укладання листів ДСП або фанери для вирівнювання бетонної основи використовувати не можна. Листовий матеріал у будь-якому разі деформується, а це псує і лінолеум.

Розкроювання лінолеуму. Надлишки лінолеуму можна обрізати за допомогою будівельного ножа зі змінними лезами і металевої лінійки або ж масивними й гострими ножицями. Смугу лінолеуму розташовують на підлозі так, щоб малюнок був паралельним до стін і не змістився вбік. Далі обрізають усі надлишки лінолеуму. Починати потрібно із зайвих великих шматків. Обрізати лінолеум остаточно не потрібно, краще залишати на 20...30 мм більше.

Після цього у всіх кутах і згинах лінолеум складають і підводять до самого кутка. На зворотному боці позначають точку прилягання лінолеуму до стіни і від краю до точки роблять надріз. Так можна щільніше укласти весь лист

лінолеуму із заходом на стіни. Тільки після цього можна обрізати шматок остаточно. Важливо, щоб між стіною і лінолеумом утворилась невелика щілина, яка забезпечить компенсацію теплового розширення матеріалу.

Закріплення лінолеуму на підлозі. Якщо матеріал укладений одним шматком на всю кімнату, то можна стелити лінолеум, не використовуючи клею. Достатньо притиснути його по периметру за допомогою плінтусів і спеціальних порогів у дверному отворі. Тільки в разі зміщення декількох смуг лінолеуму або якщо його укладають у приміщенні з передбачуваним великим навантаженням на підлогу, лінолеум приклеюють або по периметру за допомогою двостороннього скотча, або по всій площі за допомогою спеціального клею для лінолеуму.

При суміщенні декількох смуг лінолеуму необхідно окремо подбати про безпеку та надійності і проклеїти стики лінолеуму. Для цих цілей використовується спеціальний безбарвний клей на силіконовій основі для лінолеуму. По краях стику наклеюється малярський скотч, і наноситься безбарвний клей. Його слід як втиснути між смугами лінолеуму, так і залишити невеликий шар поверх стику. Після того як він висохне, можна прибрати малярський скотч. Тепер залишилося тільки встановити плінтуса і поріжки. Плінтус кріпиться по всьому периметру кімнати з прив'язкою тільки до стін. Пластикові плінтуси варто використовувати, в разі якщо стіни не ідеально рівні. Вони зможуть чітко повторити їх форму. Також вони краще дерев'яних за рахунок можливості зручного розміщення проводки і комунікацій всередині них. Поріжки щільно прикручуються по краю лінолеуму, який заходить на дверний отвір за допомогою саморізів і дюбелів.

Покриття з синтетичних ворсових килимів використовують у житлових і громадських будівлях. Залежно від технології виробництва виокремлюють чотири різновиди килимів: тканинні, ворсово-прошивні, клеєні (неткані) й повстяні (голкопробивні). Для утворення ворсових жмутів застосовують високоміцні й водостійкі нитки із синтетичних, штапельних і джгутових волокон: поліамідні, поліпропіленові, поліефірні. Додавання до ниток віскозного волокна й вовняної пряжі значно зменшує наелектризованість покриттів, а покриття з поліамідного волокна (капрон, нейлон, силон, перлон) характеризуються зносостійкістю.

Килими можна виготовляти з ворсової тканини, склеєної з синтетичною теплозвукоізолювальною підосною. У разі наявності високого ворсу, який виконує функції тепло- й звукозахисту, килими виготовляють без підоснови.

Укладають килими аналогічно до того, як влаштовують рулонні покриття на повстяній основі. Застосовують три такі способи: *вільне укладання, натягання й приклеювання*. Основа під підлогу повинна бути вирівняною і сухою. Килими розкочують у приміщенні і прирізають по периметру. Якщо потрібно зістикувати два полотнища, то під час їхнього з'єднання слідкують, за тим, щоб нахил ворсу, який створює ковкість покриття, був розташований в одному напрямку. Після розстеляння і з'єднання полотнищ покриття залишають на основі в незакріпленому стані на 3...5 діб для стабілізації розмірів і завершення всіх деформацій у килимі.

Безшові синтетичні покриття підлог влаштовують у приміщеннях з інтенсивним рухом. Такі покриття характеризуються високою зносостійкістю, хімічною стійкістю, непроникністю для більшості рідких речовин і безпилівістю. Безшові покриття влаштовують після закінчення в приміщенні всіх будівельних і оздоблювальних робіт, щоб унеможливити руйнування, зволоження й пошкодження поверхні підлоги. Під час влаштування безшових покриттів застосовують мастики, що складаються зі сполучної речовини, пилоподібного наповнювача й пігменту. Для з'єднання використовують синтетичні смоли – епоксидні, поліефірні, полівінілацетатну дисперсію.

Кращою основою для безшових покриттів є цементно-піщана стяжка з розчину не нижче марки 150. Вибоїни, западини, тріщини та інші нерівності очищують, ґрунтують полівінілацетатною дисперсією і зашпаровують полімерцементним розчином. Якщо за допомогою закладання окремих місць основу не вдається вирівняти, то на цементно-піщану стяжку наносять суцільний полімерцементний шар.

Основу ґрунтують розчином з'єднувальної речовини. У разі механізованого нанесення на основу мастикового покриття застосовують пристрої безперервної дії. Для нанесення безшових покриттів використовують будь-які фарборозпилювачі.

Покриття підлоги завтовшки 3...4 мм наносять у два прийоми. Спочатку наносять вирівнювальний шар жорсткої мастики завтовшки 2...2,5 мм, далі – чоловий еластичної мастики завтовшки 1...1,5 мм. Для надання більшої жорсткості мастиці нижнього шару до неї під час виготовлення додають більшу кількість пилоподібного наповнювача. На завершення, через 2...3 доби після нанесення чолового шару покриття його вкривають одним або двома шарами лаку. Готова підлога повинна бути міцною, однотонною та рівною. На її поверхні не повинно бути тріщин, здуттів, вона не повинна бути шорсткою. Неприпустимими є утворення щілин між жолобниками і підлогою або стінами. Рівномірність укладення підлоги перевіряють дво metroвою рейкою, наявні проsvіти не повинні перевищувати 2 мм.

16.5 Улаштування покриття підлоги з деревини

Виокремлюють такі різновиди підлог з деревини: дощані, паркетні, паркетна дошка, щитовий паркет, набірний мозаїковий паркет. Їх настеляють у будівлях житлового та цивільного призначення. Для виготовлення покриттів використовують високоміцну деревину сосни, ялини, модрина, ялиці, кедр, дуба, бука, берези та вільхи.

До початку робіт з настеляння покриття на об'єкті повинні бути завершені такі роботи: тинькування і всі операції з фарбування водними та олійними сумішами, усі загальнобудівельні, санітарно-технічні та електромонтажні роботи, за винятком установаження санітарно-технічних приладів та електротехнічної арматури; настеляння покриттів з керамічної плитки.

Усі процеси щодо влаштування підлоги з дерева можна розділити на три цикли: улаштування основи під підлогу (чорна підлога), влаштування чистої підлоги та доведення покриття до завершеного вигляду.

Дощана підлога складається з покриття, прошарку й основи. Покриття, або верхній елемент конструкції – основна частина підлоги, що в процесі експлуатації працює на стирання. Розрізняють одинарний і подвійний поміст зі шпунтованих дошок. Прошарок є проміжним шаром, який використовують для прикріплення покриття до основи. Зазвичай він виконує функції звукоізолювальної прокладки. Основа під дощану підлогу передає навантаження на ґрунт або міжповерхове перекриття і може містити: при влаштуванні на ґрунті – цегляні або бетонні стовпчики, зверху – гідроізоляцію і лаги; у міжповерхових перекриттях – звукоізолювальний шар і лаги; при двошарових дощатих підлогах – суцільний поміст нижнього шару з необрізних дошок завтовшки 25 мм, антисептованих з двох боків на цвяхах, що пришивають. Поверхню такої чорної підлоги вкривають будівельним папером.

Лаги – це нестругані дошки завтовшки 40 мм і 80...100 мм завширшки, зазвичай їх виготовляють з деревини хвойних порід. У разі влаштування підлоги по залізобетонній основі крок лаг становить 0,7...0,8 м, у разі влаштування підлоги по цегельних стовпчиках – 0,4...0,6 м. Лаги укладають упоперек до напрямку світла, у коридорах – упоперек до проходу.

Процес укладання лаг по цегельних стовпчиках має свої особливості. Спочатку перевіряють їхній рівень і вирівнюють за ним позначки. Поверх стовпчиків по двом шарам гідроізоляції укладають дерев'яні прокладки. Далі за цими прокладками встановлюють, вирівнюють за рівнем і тимчасово розшивають лаги. Стики лаг повинні розташовуватися в площині цегляних стовпчиків.

Гідро- й звукоізоляцію підлоги збільшують шляхом укладання під лаги гідроізолювальних прокладок з толю, руберойду або пергаменту 100...150 мм завширшки і влаштування звукоізолювальної засипки (у підлогах по залізобетонній основі в отвір між лагами) з піску, жужілю, керамзиту та інших поруватих матеріалів. Засипку виконують по всій площі основи шаром не менше ніж 20 мм, без ущільнення.

Для дощаних покриттів застосовують стругані дошки, що мають на бічних крайках гребені й пази. Ширина дошок для житлового будівництва – у межах 74...124 мм, товщина – 29 мм. Усі поверхні дошок, за винятком верхньої – робочої, антисептовані. Вологість дошок під час укладання не повинна становити більше ніж 12 %.

Якщо настеляють шпунтовані дошки, то першу укладають пазом до стіни, а паз кожної наступної насаджують на гребінь ударом молотка через прокладку і прибивають цвяхами до кожної лаги.

Цвяхи, завдовжки 60...70 мм, забивають у дошку похило, утоплюючи капелюшки добійником. Максимальне провисання дошок за лаги може становити не більше ніж 100 мм, у іншому разі потрібно укласти додаткові лаги. Готову підлогу зверху обстругують, товщина обстружки – не більше 1,5...2 мм.

Підлоги з деревоволокнуватих плит влаштовують у житлових і адміністративних будівлях. Покриття з надтвердих плит безшумне під час ходьби, легко миється, стійке до стирання, має привабливий зовнішній вигляд.

У разі влаштування підлоги на ущільненому й вирівняному ґрунті послідовно укладають такі шари: гідроізоляцію, бетонну основу, теплоізолю-

вальний шар і цементну стяжку. Стяжку після висихання й набуття необхідної міцності очищують від бруду, знепилюють і вкривають бітумною ґрунтівкою. Через дві доби на стяжку наносять гарячу бітумну мастику й укладають шар твердих деревоволокнуватих плит, на які потім наклеюють надтверді деревоволокнуваті плити як покриття для підлоги.

У малоповерховому будівництві підлоги з надтвердих плит влаштовують на дерев'яній основі. По цегляних або бетонних стовпчиках укладають лаги, по ним – суцільну основу з необрізних дощок однакової товщини, на них зверху – покриття з плит. Плити в приміщенні попередньо прирізають за розмірами. Щоб щільно з'єднати суміжні плити, їх укладають з напуском у 5...10 мм і всі разом обрізають по лінії стику електропилкою. Після вирівнювання всіх плит у приміщенні їх приклеюють до основи на клейких мастиках.

Клей або мастику на основу під плити покриття наносять зубчастим шпателем, після чого заздалегідь підігнану за місцем плиту укладають і пригружують. Після висихання всю підлогу вкривають водостійкими фарбами або емалями, а зверху – світлим лаком. Забарвлюють підлогу за 2...3 рази, просушуючи кожен раніше нанесений шар.

Підлоги з паркетних дощок зазвичай влаштовують у житлових приміщеннях, де в процесі експлуатації не спостерігається інтенсивного зношування покриття підлоги. Конструктивне рішення такої підлоги і технологія його влаштування аналогічна до влаштування підлог з дощаним покриттям.

Паркетні дошки складаються із рейкової основи і чолового покриття з планок. Довжина становить 1200...3000 мм, із градацією 600 мм; ширина – 137...200 мм; товщина – 15...18 мм і 23...27 мм, якщо товщина планок-рейок – 4, 6 і 8 мм. Чоловий бік планок під час виготовлення шліфують і 2...3 рази вкривають лаком. Паркетна дошка становить собою основу, на яку з певним малюнком наклеєні паркетні планки у вигляді різних малюнків. Для з'єднання дощок використовують спеціальні пази й гребені, розміщені на їхніх окрайках і торчках. Щоб уникнути жолоблення, дошки пропилюють.

Паркетні дошки укладають перпендикулярно до лаг у напрямку джерела світла, а в коридорах – за напрямком руху людей. Дощки на лагах згуртовують у паз і гребінь за допомогою стискачів. Остаточну паркетну дошку прибивають до кожної лаги цвяхами завдовжки 50...60 мм. Цвяхи забивають похило в зоні паза паркетних дощок, капелюшки втоплюють добійником. Стиги торчаків дощок повинні розміщуватися тільки на лагах, їх потрібно обов'язково прикріпити до цих лагів.

Паркетні дошки настеляють по деревоволокнуватих плитах також на бітумній мастиці. До того ж їх укладають прямими рядами паралельно до однієї з повздовжніх стін приміщення. Щілина із цією стіною не повинна перевищувати 10 мм. Дощки для укладання повинні бути підібрані за породами, кольором і малюнком.

Покриття з паркетних дощок має бути рівним, щільним і нехитким. Рівне розміщення підлоги перевіряють за допомогою рейки, яку прикладають до покриття в будь-якому напрямку, щілина між рейкою і покриттям не повинна бути більше 2 мм. Щілина між паркетними дошками може бути не більше ніж

0,3 мм, між паркетною дошкою і стіною – 10 мм. Паркетні дошки надходять на будівельний майданчик уже вкриті лаком, циклювати підлоги не потрібно.

За конструктивним рішенням розрізняють *підлоги зі штучного паркету, паркетних щитів і набірний мозаїковий паркет*.

Підлоги зі штучного паркету виконують з окремих клепок (планок), що мають на бічних і торчакових крайках паз або гребінь. Паркетні клепки виготовляють завтовшки 15 мм з деревини твердих порід (дуб і бук) і завтовшки 18 мм – з деревини хвойних порід. Ширина клепок – 30...90 мм із градацією 5 мм. Вологість клепок перед укладанням не повинна перевищувати 6...10 %.

Основою під паркетну підлогу може бути суцільний дощаний поміст, якщо клепки укріплюють на цвяхах, і цементно-піщана або асфальтова стяжка, якщо їх прикріплюють до основи за допомогою мастики або гумобітумної емульсії. На суцільний поміст з дошок укладають будівельний картон, деревоволокнуваті або деревостружкові плити, щоб унеможливити скрипіння паркетних клепок під час ходьби. У разі використання такої основи паркетні планки укладають на прошарок із мастики або прикріплюють цвяхами.

Для цементно-піщаної стяжки застосовують розчин не нижче марки 150. Товщина стяжки залежить від основи, по якій цю стяжку влаштовують. У разі укладання на піщані й жухелеві засипки товщина стяжки повинна становити 40 мм. Якщо стяжка укладена як вирівнювальний шар поверх бетонної основи, то її товщина повинна становити менше ніж 20 мм. Стяжку укладають смугами 2...2,5 м. Основа може бути виконана із збірних плит заводського виготовлення із розміром 500x500x35 мм; під штучний паркет зазвичай укладають основу з деревоволокнуватих плит.

Підлоги зі штучного паркету можуть мати різний малюнок, який залежить від порядку укладання планок, їхнього розміру, кольору й текстури. У одному приміщенні потрібно укласти паркет з деревини однієї породи, малюнка й розміру клепок. Штучний паркет укладають у прямий ряд, «у ялинку», з фризом і без нього. Паркет у прямий ряд зазвичай настеляють тільки в невеликих приміщеннях і вузьких коридорах. Найчастіше паркет укладають «у ялинку», коли паркетні планки з'єднують між собою під кутом 90°, до того ж торчак однієї планки частково впирається в крайку сусідньої клепки. «Ялинку» укладають у напрямку від вікна до дверей. За такого розміщення покриття має гарний вигляд, прослідковується природна текстура деревини. Попередньо необхідно розрахувати кількість рядів, щоб раціональніше укласти паркет і зменшити витрати під час обрізання.

Фриз укладають тільки після завершення вкривання підлоги паркетом «у ялинку». Розмічають кордон фриза, натягують по цій межі шнур, намічають лінію обрізання раніше укладених рядових планок «ялинки», по якій здійснюють пропилювання. Укладають планки фриза на себе з кутка приміщення, контролюючи, щоб гребінь входив у паз попередньої планки. Горизонтальність укладання перевіряють за допомогою рівня й рейки.

Настеляння штучного паркету по дерев'яній основі передбачає такі робочі процеси: очищення, вирівнювання і перевірку горизонтальності основи; укладання або настеляння картону; розмічування площі підлоги приміщення;

укладання маякових рядів «ялинки»; настеляння і укріплення паркету по всій площі приміщення; циклювання й шліфування покриття; монтаж вентиляційних решіток і встановлення плінтусів.

Паркетні щити (щитовий паркет) призначені для влаштування покриття в житлових і громадських будівлях. Паркетний щит може складатися з паркетних планок, квадратів шпону або фанерної личкувальної плити, які за певним малюнком наклеюють на основу. Основа під паркетні щити може бути рамковою, рейковою одношаровою і двошаровою (рейки склеєні у взаємно перпендикулярному напрямку), із деревостружкової або цементно-стружкової плити.

Основу-щит зазвичай виготовляють із відходів лісопильного та деревообробного виробництва. Товщина щитів може становити 22...40 мм, розміри щитів – 400x400 мм; 500x500 мм; 600x600 мм; 800x800 мм. Як покриття використовують паркетні планки завтовшки 4, 6 і 8 мм і завширшки 20...50 мм, якщо їхня довжина становить 100...400 мм. Усі елементи щитів склеюють у заводських умовах водостійкими клеями.

Паркетні щити можуть мати різний малюнок. Чолове покриття виготовляють з деревини дуба, бука, клена, в'яза, каштана, берези, сосни, модрини. Щитовий паркет укладати із планок різного розміру, отримуючи різноманітні декоративні покриття. Квадрати можуть бути розгорнутими й прямими. Під час укладання прямих квадратів планки розташовують паралельно до граничних елементів, а розгорнутих – під кутом 45 °С. Залежно від розмірів приміщення обирають розмір планок, щоб укласти відповідну кількість квадратів по ширині та довжині приміщення.

Щитовий паркет настеляють по бетонній і цементно-піщаній стяжці на мастиці, лагах або дерев'яних клітинах, укладених за рівнем у шар сухого піску завтовшки 60 мм. Відстань між лагами за осями має дорівнювати розміру щитів. Спочатку укладають маякові ряди уздовж двох суміжних стін, потім – рядові, завершують укладання щитів біля дверей. Щити прикріплюють до лагів цвяхами в похилому положенні, капелюшки втоплюють за допомогою добійника. Міцнішого з'єднання щитів досягають, коли після укладання й закріплення першого щита на лагах у його пази закладають з'єднувальні рейки, на які насаджують наступні щити. Стики щитів повинні проходити по осі лагів, прикріплення до лагів – на цвяхах, як і паркетних дошок.

Художній паркет посідає особливе місце серед підлогових покриттів з масиву. Він становить собою поєднання фрагментів різної форми, виконаних із різноманітних порід дерева, і утворює на підлозі оригінальні мозаїкові композиції.

Для виготовлення художнього паркету використовують різні породи деревини. Розрізняють породи традиційні та екзотичні для різних регіонів. Для нашої країни традиційними є ясен, бук, граб, клен, береза. Екзотичними вважаються породи, які ростуть у Південно-Східній Азії, Африці та Південній Америці: мербау, кемпас, тик, дуссія, ятоба, іроко, венге.

Художнє покриття надає підлозі унікальності. Особливо це стосується такого смислового художнього елемента, як паркетна розетка, або «палацовий паркет». Оскільки художній малюнок складається з великої кількості дрібних

деталей, які потрібно добре підігнати й скріпити, після монтажу їх необхідно відшліфувати. Отже, таке покриття має бути тільки клейовим. Із огляду на це художні підлогові покриття виготовляють із корка й штучного паркету. Якщо розетку вмонтовують як художній елемент у підлогу з масивної дошки, то шліфують усю поверхню. Укласти художні елементи на плавному покритті не вдається.

Художні декоративні елементи дерев'яних підлогових покриттів виготовляють із деревини різних порід. За товщиною вони співпадають із робочим шаром паркету, що уможливорює їхнє шліфування.

До оздоблювальних робіт належать також циклювання підлоги, шліфування поверхні, натирання мастикою або покриття лаком. Паркетні підлоги зазвичай не стругають, а циклюють після настеляння й остаточного затвердіння мастики. За допомогою циклювання усувають можливу хвилястість поверхні, уступи між планками, вибоїни, подряпини, олійні та інші плями.

Під час оброблення поверхні циклювальною машиною рекомендовано знімати не більше ніж 1 мм шару деревини. Біля стін і в кутках підлоги обробляють електрорубанком, ручними рубанками, циклюють ручними циклями з коротким і довгим держаклом. Перед цим підлогу зволожують мокрою ганчіркою. Після циклювання поверхню підлоги шліфують паркетно-шліфувальною машиною, робочий агрегат якої – обертовий барабан обтягнутий шліфувальною шкіркою. Під час першого шліфування підлоги застосовують грубозернисту шкірку, під час другого – дрібнозернисту.

Після шліфування й знепилювання на підлогу наносять мастику або вкривають її лаком, унаслідок чого вона набуває блиску, стає добре видно текстуру деревини. Щоб якість покриття була хороша застосовують безбарвний лак, який наносять на абсолютно суху й чисту поверхню пензлем або фарборозпилювачем. Після висихання наносять другий, а за потреби, і третій шар.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Веригин Ю. А. Механизация технологических процессов строительства : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ю. А. Веригин, В. П. Горобец ; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2003. – 298 с.
2. Дьяков И. Ф. Строительные и дорожные машины и основы автоматизации : учеб. пособие / И. Ф. Дьяков; Ульян. гос. техн. ун-т. – Ульяновск : УлГТУ, 2007. – 516 с.
3. Изотов В. С. Основы технологии строительных процессов : учеб. пособие / В. С. Изотов, Л. С. Сабитов, Р. Х. Мухаметрахимов – Казань : Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2013. – 103 с.
4. Ким Б. Г. Строительные машины и оборудование стройиндустрии : учеб. пособие / Б. Г. Ким ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2015. – 279 с.
5. Кондращенко О. В. Матеріалознавство : навч. посібник / О. В. Кондращенко ; Харків. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків : ХНАМГ, 2007. – 182 с.
6. Матеріалознавчі рішення при зведенні і реконструкції будівель та споруд : навч. посібник / О. В. Кондращенко, Н. Г. Морковська, С. В. Шаповал, О. В. Якименко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 202 с.
7. Панченко В. О. Технологія і механізація будівельних процесів : навч.-метод. посібник / В. О. Панченко, М. Г. Костюк, А. О. Качура, Л. М. Окуневський ; Харків. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків : ХНАМГ, 2005. – 243 с.
8. Соколов Г. К. Технология строительного производства : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Г. К. Соколов. – 3-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 544 с.
9. Стаценко А. С. Технология строительного производства : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. С. Стаценко. – Ростов н/Д. : Феникс, 2006. – 416 с.
10. Теличенко В. И. Технология строительных процессов : учеб. для строит. вузов : в 2 ч. / В. И. Теличенко, О. М. Терентьев., А. А. Лapidус – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Высшая школа, 2005. – 392 с. : ил.
11. Цветков А. А. Технология возведения зданий и сооружений : конспект лекций / А. А. Цветков ; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2014. – 140 с.
12. Шестопапов К. К. Машины для земляных работ : учеб. пособие / К. К. Шестопапов ; МАДИ – М., 2011. – 145 с.
13. Якименко О. В. Технологія будівельного виробництва : навч. посібник / О. В. Якименко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 411 с.

14. Якименко О. В. Земляні роботи : навч. посібник / О. В. Якименко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 158 с.

15. Якименко О. В. Конспект лекцій з дисципліни «Технологія будівельного виробництва» (для студентів 3 курсу денної і заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напряму підготовки 6.060101 – Будівництво, професійне спрямування «Міське будівництво і господарство», «Промислове та цивільне будівництво», «Теплогазопостачання і вентиляція», «Водопостачання та водовідведення») / О. В. Якименко; К. О. Кітьова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва. ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 175 с.

16. Якименко О. В. Конспект лекцій з дисципліни «Механізація та автоматизація будівництва і ремонтно-будівельних робіт» (для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр», напряму 6.060101 – Будівництво, спеціальності «Міське будівництво і господарство») / О. В. Якименко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва. ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 275 с.

17. Якименко О. В. Бетонні роботи : монографія / О. В. Якименко, О. В. Кондращенко, А. В. Атинян ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва. ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 411 с.

18. Янсон Р. А. Машины для земляных и строительно-монтажных работ : учеб. издание / Р. А. Янсон, А. А. Демин, В. Ф. Петренко – М. : Издательство «АСВ», 2012. – 358 с.

Навчальне видання

ЯКИМЕНКО Олег Вікторович

**БУДІВЕЛЬНА ТЕХНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ
БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА**

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

(для студентів 2 та 3 курсів денної та заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр», спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, спеціалізації (освітні програми) «Будівництво» («Промислове і цивільне будівництво», «Міське будівництво та господарство»), «Цивільна інженерія» («Теплогазопостачання і вентиляція», «Водопостачання та водовідведення»))

Відповідальний за випуск *А. А. Жигло*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *О. В. Якименко*

План 2019 , поз. 177Л

Підп. до друку 19.08.2019 р. Формат 60×84/16
Друк на ризографі. Ум. друк арк. 7,3
Зам. № Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017