

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД**  
**«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**  
**АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ ІНСТИТУТ**

кафедра БУДІВНИЦТВА І ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**  
**по дисципліні**  
**ВИРОБНИЧА БАЗА**

для студентів спеціальності 6.060101 «Автомобільні дороги і аеродроми»

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
на засіданні кафедри Будів-  
ництва і експлуатації авто-  
мобільних доріг  
Протокол №  
від « » 2014р

*Горловка 2014 р.*

Конспект лекцій з дисципліни «ВИРОБНИЧА БАЗА» для студентів спеціальності 6,060101 «Автомобільні дороги і аеродроми». Шилін І.В., -2014р., - 167стор.

### **Список рекомендованої літератури:**

#### **Основна:**

- 1) Проектирование производственных предприятий дорожного строительства. Учеб. пособие для вузов. -М.: «Высш. школа», 1975. -351с
- 2) Хамзин С. К., Карасев А. К. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование. Учеб. пособие для строит, спец. вузов. - М.: Высш. шк. - 1989. - 216 с: ил.
- 3) Учебник для вузов. Н.Н. Иванов, В. К. Некрасов, С. М. Поласин-Никитин, Е. П. Андрулионис, С.В. Коновалов, М. С Коганзон,, Е. И. Богатырева; Под ред. В. К- Некрасова - 2-е изд., перераб. и доп.;- М.: Транспорт, 1980. - 446 с.
- 4) Клушанцев Б.В., Ермолаев П.С, Дудко А.А. Машины и оборудование для производства щебня, гравия и песка. -М,«Машиностроение», 1976 -182с
- 5) Справочник. Проектирование и строительство автомобильных дорог. под ред проф. В.И. Заворицкого. Киев: Техника, -1996, -382с
- 6) МУ 12/2 Методичні вказівки для виконання курсової роботи з дисципліни «Виробнича база» на тему «Проектування асфальтобетонного заводу»
- 7) МУ 12/2 Методичні вказівки для виконання курсової роботи з дисципліни «Виробнича база» на тему «Проектування цементобетонного заводу»
- 8) МУ 12/17 Навчальний посібник з дисципліни «Виробнича база» на тему «Асфальтобетони та асфальтобетонні заводи»

#### **Додаткова:**

- 1) Про охорону здоров'я: Закон України.– К., 1992.
- 2) Про пожежну безпеку: Закон України.–К., 1993.
- 3) Про працю: Закон України.– К., 1994.
- 4) Закон України «О підприємствах в Україні»
- 5) Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення: Закон України: / Відомості Верховної Ради України. -1994.-№27
- 6) Безпека життєдіяльності: Навч. посіб.–Львів: За вільну Україну, 1997-275с
- 7) Зайончковский Я. Обеспыливание в промышленности. - М.: Издательство литературы по строительству, 1969. – 347 с.
- 8) Попов Ю.А., Дубинская Ф.Е., Скрыбина Л.Я. Системы очистки промышленных газов от пыли, применяемые в различных производствах / Промышленная и санитарная очистка газов. - М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1984. – 42 с.
- 9) Организация, планирование и управление предприятиями стройиндустрии: Учебник для вузов/Монфред Ю. Б., Прыкин Б. В. – М.: Стройиздат, 1989. – С. 4...11; 16...21.
- 10) Строительные материалы: Учебник для вузов/Горчаков Г. И., Баженов Ю. И. – М.: Стройиздат, 1986. – С.

## ЗМІСТ

тема №1 СКЛАД, КЛАСИФІКАЦІЯ І МІСЦЕ ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНОЇ ІНДУСТРІЇ У БУДІВЕЛЬНОМУ КОМПЛЕКСІ УКРАЇНИ.....	6
1.1 СТРУКТУРА БУДІВЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ. ....	6
1.2 СТРУКТУРА ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ. ....	11
1.3 ВИРОБНИЧА СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА. ....	13
1.4 ПРОЕКТУВАННЯ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА. ....	14
1.5 СКЛАДСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО.....	15
тема №2: ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ БУДІВЕЛЬНОЇ ІНДУСТРІЇ .....	20
2.1 ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА .....	20
2.2 ПІДПРИЄМСТВА ВИДОБУТКУ МІНЕРАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ .....	23
2.2.1 Особливості гірських порід, які розробляються кар'єрами, їх вплив на проектні рішення.....	23
2.2.2 Класифікація підприємств по видобутку мінеральних матеріалів та визначення запасів дорожньо-будівельних матеріалів .....	24
2.2.3 Розробка ґрунтових кар'єрів .....	26
2.2.4 Технологічна схема видобутку скельних порід.....	29
2.2.5 Кар'єрний транспорт. ....	31
2.3 ПІДПРИЄМСТВА ПО ПЕРЕРОБЦІ ДОРОЖНЬО- БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ .....	33
2.3.1 Камене-дробильні заводи .....	33
2.3.1.1 Дроблення мінерального матеріалу .....	33
2.3.1.2 Грохочення подрібненого матеріалу (сортування).....	39
2.3.1.3 Збагачення кам'яного матеріалу .....	42
2.3.1.4 Промивання кам'яного матеріалу .....	44
2.3.1.5 Зневоднення кам'яного матеріалу .....	47
2.3.1.6 Виробництво важкого піску .....	48
2.3.1.7 Виробництво мінерального порошку .....	49
2.3.2 Бази бітумних матеріалів.....	50
2.3.2.1 Транспортування бітуму .....	50
2.3.2.2 Технологічне обладнання .....	51
2.3.3 Бітумно-емульсійні бази.....	59
2.3.3.1 Класифікація бітумних емульсій.....	59
2.3.3.2 Обладнання для виробництва бітумних емульсій .....	60
2.4 ПІДПРИЄМСТВА ПО ВИГОТОВЛЕННЮ НАПІВФАБРИКАТІВ .....	62
2.4.1 Асфальтобетонні заводи.....	62
2.4.1.1 Класифікація асфальтобетонних заводів та вимоги до їх розташування .....	63
2.4.1.2 Технологічні процеси приготування асфальтобетонної суміші .....	64

2.4.1.3	Технологічне обладнання, яке використовується на АБЗ .....	69
2.4.1.4	Машини та механізми, які використовуються на АБЗ.....	74
2.4.2	Цементобетонні заводи .....	75
2.4.2.1	Класифікація ЦБЗ.....	76
2.4.2.2	Технологічні процеси приготування цементобетонної суміші .....	78
2.4.2.3	Основне технологічне устаткування цементно-бетонних заводів .....	79
2.5	ПІДПРИЄМСТВА ПО ВИГОТОВЛЕННЮ БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ ТА КОНСТРУКЦІЙ.....	83
2.5.1	Заводи з вивиготовлення залізобетонних виробів .....	84
2.5.1.1	Матеріали для виготовлення арматурних конструкцій. ....	84
2.5.1.2	Виготовлення арматурних каркасів.....	86
2.5.1.3	Формування залізобетонних виробів .....	86
2.5.1.4	Обґрунтування вибору технологічної схеми виготовлення збірних конструкцій.....	90
тема №3:	АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ.....	97
3.1.	АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ У КАР'ЄРАХ .....	97
3.2.	АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ НА КДЗ.....	98
3.3	АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ НА БАЗАХ ОРГАНІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ .....	98
3.4	АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ НА АБЗ .....	99
3.5	АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ НА ЦБЗ .....	100
3.6	АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ НА ЗАВОДАХ З ВИГОТОВЛЕННЯ ЗБВ .....	101
тема №4:	ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ І ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА НА ПІДПРИЄМСТВАХ ДОРОЖНЬОГО ГОСПОДАРСТВА .....	102
4.1	ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ЯКОСТІ ВИГОТОВЛЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ. ....	102
4.2	КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ У КАР'ЄРАХ .....	103
4.3	КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ НА КДЗ .....	103
4.4	КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ НА БАЗАХ ОРГАНІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ .....	104
4.5	КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ НА АБЗ .....	104
4.5	КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ НА ЦБЗ .....	105
4.7	КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ЗАВОДАХ ПО ВИГОТОВЛЕННЮ ЗБВ .....	109
4.8	ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА НА ПІДПРИЄМСТВАХ ДОРОЖНЬОГО ГОСПОДАРСТВА.....	112
4.8.1	КЛАСИФІКАЦІЯ НЕГАТИВНИХ ЧИННИКІВ .....	112
4.8.2	ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА .....	115
4.8.3	КОРОТКА ТОКСИКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН. ....	116
4.8.4	ДЖЕРЕЛА ВИКИДІВ. ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ. ....	119
4.8.5	ОЧИЩЕННЯ СТОКОВИХ ВОД.....	119
4.8.5.1	Загальні відомості .....	119

4.8.5.2	Очистка від взважених часток.....	120
4.8.6	ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ ВІД ПИЛУ .....	122
4.8.6.1	Загальні відомості.....	122
4.8.6.2	Способи очищення повітря від пилу (газів).....	125
4.8.6.3	Класифікація очисних пристроїв .....	126
4.8.7	ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ ВІД ШКІДЛИВИХ СПОЛУК ТА ГАЗІВ .....	128
4.8.7.1	Летучі промислові викиди .....	128
4.8.7.2	Нормування викидів .....	129
тема 5:	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ .....	131
5.1	ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ЗАКОНУ УКРАЇНИ “ПРО ОХОРОНУ ПРАЦІ” .....	131
5.2	Надання першої медичної допомоги потерпілим .....	135
5.3	ОСНОВНІ ЗАКОНОДАВЧІ АКТИ З БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.....	135
5.4	Техніка безпеки при експлуатації виробничого обладнання .....	136
	ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ.....	137

тема №1 **СКЛАД, КЛАСИФІКАЦІЯ І МІСЦЕ ПІДПРИЄМСТВ  
БУДІВЕЛЬНОЇ ІНДУСТРІЇ У БУДІВЕЛЬНОМУ  
КОМПЛЕКСІ УКРАЇНИ**

*Питання до розгляду:*

*Структура будівельного комплексу України.*

*Структура виробничого процесу.*

*Виробнича структура підприємства.*

*Проектування генерального плану підприємства.*

*Складське господарство.*

### **1.1 СТРУКТУРА БУДІВЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ.**

Будівельний комплекс України являє собою одну з найважливіших галузей народного господарства, у якій створюються головні фонди виробничого і невиробничого призначення, промислових підприємств, житлових, соціальних і культурно-побутових об'єктів.

Будівельний комплекс України включає:

- ✓ будівельні організації державного сектора;
- ✓ промислові підприємства будівельної індустрії державного сектору;
- ✓ будівельні організації недержавного сектору;
- ✓ промислові підприємства недержавного сектору;
- ✓ державний комітет України у справах будівництва й архітектури;
- ✓ проектні і технологічні організації.

Питання інвестиційної політики в Україні регулює Кабінет Міністрів через свій відділ будівництва і МінЕкономіки України. У областях України ці питання регулюють облдержадміністрації.

Регулювання питань по створенню нормативно-наукової бази будівельного комплексу України здійснює Державний комітет із будівництва і житловій політиці (Держбуд України). Цей державний комітет має у своєму веденні національні і регіональні науково-дослідні, дослідно-конструкторські, дослідні і проектні інститути, що розробляють нормативно-інструктивну і науково-технічну документацію, обов'язкову для застосування у всіх будорганізаціях України, незалежно від підпорядкованості і форми власності.

Мінекономіки України виконує функції інвестора і замовника з будівництва для державного сектора будівельного комплексу України.

У державний сектор будівельного комплексу України входять:

- ✓ корпорація “Укрбуд”;
- ✓ корпорація “Укрмонтажспецбуд”;
- ✓ корпорація “Украгробуд”;
- ✓ корпорація “Укртрансбуд”;
- ✓ корпорація “Укрметротуннельбуд”;

- ✓ холдинг К° “Київміськбуд” і інші.

Корпорації будівельного комплексу мають у своєму складі:

- ✓ управління будівельних об’єднань;
- ✓ управління промисловими підприємствами.

У областях цим корпораціям підпорядковані за адміністративно-господарськими функціями “Територіальні будівельні об’єднання”, будівельно-монтажні трести і територіальні будівельно-промислові фірми.

Територіальні будівельні об’єднання (ТБО), будівельно-промислові фірми (БПФ) і будівельно-монтажні трести мають у своєму складі:

- ✓ будівельні організації - трести, будівельні управління (БУ) і будівельно-монтажні управління (БМУ);
- ✓ промислові підприємства або їхні об’єднання.

Крім промислових підприємств, що входять до складу ТБО і БПФ, у будівельному комплексі функціонують об’єднання промислових підприємств і окремі підприємства, підпорядковані управлінням промпідприємствами корпорацій, наприклад, у корпораціях “Укрбуд”, “Укрмонтажспецбуд”, “Укртрансбуд”.

Таким чином, у державному секторі має місце 3-х східчаста схема управління промисловим виробництвом і будівництвом, що негативно впливає на ефективність виробництва промислової і будівельної продукції, призводить до її подорожчання і порушенню платіжної дисципліни.

Перехід до ринкових відносин в економіці обумовив створення таких будівельних організацій і підприємств, де частково або цілком усунуті недоліки централізованої системи управління будівельним комплексом.

В даний час відповідно до Закону України “Про підприємства в Україні” створені і створюються будівельні організації і промислові підприємства недержавного сектору з різноманітними формами власності:

- ✓ будівельні організації;
- ✓ колективні підприємства – трести (“Донецькметалургбуд”, “Азовстальбуд” та ін.);
- ✓ акціонерні товариства (заводобудівельний комбінат, домобудівні комбінати й ін.);
- ✓ будівельні фірми (будівельно-промислова фірма “Донецькжитлобуд);
- ✓ приватні підприємства з будівництва і ремонту будинків і споруд (ПП, МПП);
- ✓ промислові підприємства:
- ✓ колективні підприємства (завод “Буддеталь”, заводи ВПБ) з випуску будівельних конструкцій і деталей, будівельних матеріалів;
- ✓ акціонерні товариства (заводи будматеріалів, кар’єроуправління, заводи з випуску напівфабрикатів;
- ✓ приватні і малі приватні підприємства (фірми) будівельної ін-

дустрії; акціонерні товариства проектних, дослідно-конструкторських і технологічних організацій (“Будпроект” та ін.).

Будівельні організації і промислові підприємства недержавного сектора створюються за рішенням фундатора (як правило, трудових колективів, груп осіб або окремих осіб), реєструються в районних або міських виконкоммах (держадміністраціях), одержують статус юридичної особи і здійснюють господарсько-фінансову діяльність самостійно на повному господарчому розрахунку. У таких організаціях і підприємствах відсутні вищі органи, централізовані плани, адміністративно-організаційні втручання вищих органів у господарсько – фінансову діяльність, а техніко-економічні показники роботи їх, як правило, вище, ніж в аналогічних підприємствах державного сектора економіки. Обласні і районні держадміністрації, міськрайвиконкоми не втручаються в конкретну діяльність таких підприємств, а надають їм допомогу інвестиціями, виділенням земельних ділянок і помешкань для нормального їх функціонування.

Будівельні організації і промислові підприємства недержавного сектору регулюють виробничо-господарські і фінансові питання контрактними (договірними) відношеннями за допомогою “Контрактів підріду”, “Контрактів субпідряду”, “Контрактів на постачання продукції” та інших документів, що регламентують зобов’язання і взаємовідносини договірних сторін.

Будівельна індустрія, як поняття, являє собою сукупність будівельних організацій, підприємств з виробництва будівельних конструкцій і виробів, проектні, дослідні, науково-дослідні, дослідно-конструкторські і технологічні організації, бази механізації, транспорту і виробничо-технологічної комплектації.

Підприємства будівельної індустрії – це:

- ✓ 1-ша гр. – промислові підприємства, що перебувають у власності будорганізацій, роблять і поставляють на будівництво залізо-бетонні конструкції (ЗБК) і металеві конструкції та деталі, напів-фабрикати – бетон, розчин, асфальтові суміші, арматуру, лісоматеріали, деревовироби, металозаготовки, вузли і заготовки для сантех та електромонтажних і інших робіт, тобто;
- ✓ 2-га гр. – самостійні підприємства промисловості будівельних матеріалів, що забезпечують будівництво цементом, вапном, гіпсом, нерудними матеріалами, пористими заповнювачами, стіновими, теплоізоляційними, акустичними, покрівельними й іншими матеріалами; склом, керамікою, сантехвиробами, оздоблювальними матеріалами і т.п.
- ✓ 3-тя гр. – спеціалізовані підприємства різноманітних форм власності, що забезпечують будівельний комплекс ліфтовим і підйомно-транспортним устаткуванням, не стандартизованим устаткуванням, контрольно-вимірною апаратурою, лісопродукцією, продукцією хімічної (пластмасової) промисловості й ін.

Такі підприємства будівельної індустрії, а також підприємства чорної і кольорової металургії, машинобудування, кабельної-провідникової, хімічної і



нафтохімічної, целюлозно паперової і легкої промисловості забезпечують будівництва матеріально-технічними ресурсами і є основою матеріально-технічної бази будівництва.

Всі промислові підприємства будівельної індустрії з випуску будівельних конструкцій, матеріалів і виробів відносяться до так названої групи А, які виробляють засоби виробництва.

Підприємства (табл. 1.1) класифікуються за:

- ✓ - видами спеціалізації;
- ✓ - комбінуванням і кооперуванням;
- ✓ - характером концентрації;
- ✓ - видом функціонування.
- ✓ - обсягу виробництва

Таблиця 1.1 - Класифікація підприємств будівельних виробів і конструкцій

№ п\п	Ознаки класифікації	Класифікація
1	за видами спеціалізації	технологічна
		подетальна
		пооб'єктна
2	за комбінуванням та кооперуванням	на підґрунті послідовних стадій обробки сировини
		на підґрунті використання відходів виробництва
		на підґрунті комплексної переробки сировини
3	за обсягом виробництва	великі (надвеликі)
		середні
		малі (дрібні)
		мікропідприємства
4	за характером концентрації	технологічна і агрегатна
		організаційно-господарська
5	за видом функціонування	стаціонарні
		рухомі

За видом (характером) спеціалізації підприємства підрозділяються в залежності від технології виробництва на такі види:

- ✓ - технологічної спеціалізації, що характеризуються однорідністю і сталістю технологічних процесів, що забезпечують випуск різноманітної продукції – деталей і конструкцій; бетонних сумішей і розчинів; штучних пористих заповнювачів; деревностружкових плит і т. п.; це заводи “Буддеталь”, РБУ і РБЗ, АБЗ, керамзитові заводи і т. п.;
- ✓ - детальної спеціалізації, при якій підприємство випускає масові

обсяги окремих видів деталей – окремі ЗБК; МК; мінераловатні плити; віконні або дверні блоки і т. п.; це заводи ЗБВ; метало-конструкцій; ДОКи; заводи теплоізоляційних виробів;

- ✓ - пооб'єктної (предметної) спеціалізації, при якій підприємство випускає комплекти виробів, що дозволяють з них зводити типову будівлю – житловий будинок, промисловий цех, споруду і т. п.; це заводи ВПБ, підприємства ЗСК.

За комбінуванням і кооперуванням виробництва, тобто в умовах об'єднання в одній організаційній ланці виробництва різноманітних видів продукції, що мають визначену спільність технологічних процесів. Комбінування у виробництві буває в трьох головних формах:

- ✓ - послідовній переробці сировини – цементно-шиферні комбінати; деревообробні комбінати;
- ✓ - використання відходів виробництва – заводи ВПБ на базі доменних шлаків; ДСП;
- ✓ - комплексній переробці сировини – лісопиляння, деревообробка, виготовлення столярних і меблевих виробів, фанери, ДСП, деталей домобудівництва.

Прикладом комбінування і кооперування є ДБК, ЗС і СС, де під єдиним управлінням об'єднані підприємства, будоорганізації і служби комплектації будівництв конструкціями, деталями, напівфабрикатами і матеріалами.

За обсягом виробництва підприємства будівельної індустрії, наприклад, по виробництву збірних ЗБК, умовно підрозділяються на:

- ✓ - великі, з потужністю більш 5 тис. куб. м/рік;
- ✓ - середні, з потужністю 20...50 тис. куб. м/рік;
- ✓ - дрібні, з потужністю до 20 тис. куб. м/рік;

Заводи МК відповідно:

- ✓ - великі, більш 40 тис. т виробів у рік;
- ✓ - середні, 25...40 тис. т виробів у рік;
- ✓ - дрібні, до 25 тис. т виробів у рік.

У умовах ринкових відносин ці параметри в господарчій діяльності практично не враховуються, а фіксуються лише органами статистики.

За характером концентрації підприємства підрозділяються з урахуванням зосередження виробничих ланок у єдину систему на основі організації значного механізованого й автоматизованого виробництва; розрізняють:

- ✓ технологічну й агрегатну концентрацію зі збільшенням потужності підприємств і технологічних ліній однорідних виробництв, що призводить до підвищення ефективності виробництва;
- ✓ організаційно-господарську концентрацію зі створенням об'єднань, трестів і концернів; наприклад, об'єднання Донбасзалізобетон; концерн “Київміськбуд”, трест “Донецьжитлобудіндустрія”.

За видом функціонування підприємства будівельної індустрії підрозділяються на стаціонарні і пересувні. Стаціонарні підприємства будівельних матеріалів, конструкцій і виробів характеризуються більшою потужністю, вузькою

спеціалізацією і розміщуються в великих економічних районах країни. При завоюванні нових віддалених районів, при спорудженні лінійно-розвинутих об'єктів з метою підвищення мобільності будівельно-монтажних організацій застосовуються пересувні збірно-розбірні підприємства, наприклад, БРВ, підприємства по виробництву ЗБК і ДК, металовиробів і т. п. Застосовуються при спорудженні каналізаційних колекторів, трубопроводів, доріг, ліній ЛЕП та ін. споруд.

У промисловості будівельних матеріалів, конструкцій і виробів виділяються такі групи виробництв за територіальними ознаками:

- ✓ - підприємства будівельної індустрії регіонального і міжрайонного значення; до них відноситься виробництво цементу, покривельних і гідроізоляційних матеріалів, будівельного скла, будівельної кераміки, санітарно-технічного устаткування, виробів з полімерних матеріалів, сталевих, алюмінієвих і дерев'яних конструкцій;
- ✓ - підприємства місцевих будівельних конструкцій і матеріалів, що включають виробництво головної частини збірних ЗБК, нерудних матеріалів, вапна, гіпсу, місцевих в'язких, пористих заповнювачів і т. п.;
- ✓ - підприємства по виробництву швидкокопсувної продукції – бетонних, розчинних і асфальтобетонних сумішей, оздоблювальних складів.

## 1.2 СТРУКТУРА ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ.

Основою формування кожного підприємства є виробничий процес, що складається із сукупності взаємозалежних дій людей, знарядь праці і предметів праці, необхідних для виготовлення продукції.

Виробничий процес являє собою функціональну систему з раціональними, послідовними і цілеспрямованими діями. Вона складається з сукупності взаємозалежних процесів праці при раціональному сполученні предметів і знарядь праці і забезпечує одержання продукції виробництва.

На підприємствах будівельних конструкцій, матеріалів і виробів продукцією виробництва є збірні конструкції і деталі, бетон, розчин, цемент, ізоляційні матеріали і т. п.

Процес праці – це створення продукції людиною, машинами і механізмами під його управлінням, автоматами за заданою програмою.

За своєю структурою й складом виробничий процес складається з різноманітних робочих процесів і операцій, що підрозділяються на:

- ✓ головні технологічні;
- ✓ допоміжні технологічні;
- ✓ обслуговуючі

При головному технологічному процесі виготовляється характерна продукція для підприємств даної галузі. Наприклад, результатом діяльності підприємств будматеріалів і виробів є шлаковата, гіпсові перегородки, столярні вироби, бетонні конструкції й ін.

У результаті допоміжного технологічного процесу створюється допоміжна, тобто неголовна продукція. Допоміжними є процеси, пов'язані з ремонтом машин, технологічного устаткування, одержанням стиснутого повітря для роботи машин, одержанням пару для термообработки бетонних виробів, подачею води для готування розчину і бетону і т. п.

Обслуговуючий процес створює умови для здійснення головних і допоміжних процесів. Наприклад, складування і транспортування сировини, матеріалів і виробів, здійснення технічного контролю і т. п.; іноді ці процеси називають транспортно-заготівельними.

Всі процеси здійснюються при наявності трьох елементів виробництва (табл. 1.2): живої праці (трудові ресурси); предметів праці (матеріальні ресурси); знарядь і засобів праці (технічні ресурси).

Кожний з цих елементів являє собою групу утворюючих чинників. Наприклад, знаряддя і засоби праці складаються з устаткування, технологічної оснастки, виробничих площ і т. п., а устаткування, у свою чергу, складається з окремих видів машин, форм, конвеєрів і т.п.; предмети праці (сировина) – з цементу, піску, арматури і т. п.; категорії головних і допоміжних робочих – з робочих різноманітних професій (бетонники, арматурники тощо). Це створює єдину виробничу систему, спроможну виконувати єдине завдання – випуск готової якісної продукції.

Таблиця 1.2 – Технологія виробництва

№ п/п	Технологічні групи	Елементи виробництва
1	Засоби праці	обладнання
		технологічні пристосування
		виробничі майдани
		транспорт
		енергія
		обчислювальна техніка
2	Предмети праці	сировина
		напівфабрикати (бетон, асфальтобетон, розчини тощо)
		арматура та металевий сортамент
		деталі
3	Жива праця	основні робітники
		допоміжні робітники
		обчислювальний персонал
		робітники управління

### 1.3 ВИРОБНИЧА СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА.

Під виробничою структурою підприємства розуміється склад цехів і служб підприємства й організаційно-технологічні зв'язки між ними, що регламентуються ДБТ України.

Елементарною одиницею структури підприємства є робоче місце; на робочих місцях розміщуються робітники, устаткування і предмети праці (механізми, форми, арматура, бетон і т. п.), за допомогою яких виготовляється продукція.

Взаємозалежні транспортними засобами робочі місця об'єднуються в технологічні лінії (виробничі ділянки), наприклад, по формуванню ЗБК з важкого бетону, зовнішніх стінових панелей з легкого бетону і т. п.

Сукупність взаємозв'язаних виробничих ліній і ділянок утворює цех, що являє собою відособлений підрозділ підприємства, у якому виробляється готова продукція (цех виготовлення ЗБК з важкого бетону, виготовлення зовнішніх стінових панелей з легкого бетону тощо).

Відповідно до розподілу виробничих процесів на головні, допоміжні й обслуговуючі, на підприємствах виділяються відповідні цехи (ділянки).

Розробка просторової організації виробничого комплексу проводиться на основі і після розробки (проекткування) технологічних ліній у просторі і часі.

Розробку просторової організації технологічної лінії у просторі і часі здійснюють у такій послідовності:

- ✓ - вирішення схеми технологічних постів з урахуванням вимог експлуатаційного обслуговування, машин, розміщення допоміжних площ, забезпечення норм охорони праці;
- ✓ - установка взаємозв'язків технологічних постів по всій лінії з визначанням їхніх розмірів в плані і за висотою;
- ✓ - вибір транспортних засобів.

Для розміщення різноманітних видів виробництва будівельних матеріалів, виробів і конструкцій застосовуються уніфіковані типові прольоти промислових будинків і споруджень.

В основу, як правило, приймається проліт виробничого будинку з розмірами в плані 144x18 м при висоті 10,8 м із мостовими кранами по 2 в однім прольоті, вантажопідйомність кранів 15...30 т.

Розміри головного (формуального) цеху, наприклад, для виробництва ЗБВ або деталей ВПБ визначаються кількістю прольотів будинку, а кількість прольотів визначається в залежності від числа технологічних ліній і їхньої потужності, запроектованих для даного прольоту (одна або більш).

Для кожного виду виробництва повинна дотримуватися умова: сумарна річна потужність технологічних ліній і прольотів у виробничому будинку повинна відповідати річній потужності підприємства в цілому.

Номенклатура і корисні площі (обсяги) допоміжних й обслуговуючих цехів, складів цементу і заповнювачів визначаються на основі річної потужності головного цеху.

Сукупність виробничих об'єктів і з'єднуючих їх комунікацій і технологічних зв'язків утворює виробничий комплекс підприємства.

На заводах ЗБВ до складу виробничих комплексів входять:

- ✓ - головні виробничі цехи: формувальний, бетонозмішувальний, арматурний з відділенням по виготовленню й антикорозійному захисту закладених деталей; такі об'єкти, як правило, блокуються в головному корпусі заводу ЗБВ;
- ✓ - допоміжні й обслуговуючі цехи: ремонтно-механічний, паросиловий з котельною, енергетичний з комперсорною і насосною, цех комплектації, транспортний цех із зарядним і аккумуляторним відділеннями;
- ✓ - склади: цементу, заповнювачів (піску, щебеню, гравію), арматурної сталі, готової продукції, допоміжних матеріалів (емульсола, ізоляційних й оздоблювальних матеріалів тощо), твердого палива, паливно-мастильних матеріалів.

У виробничий комплекс підприємства входить також ряд господарських і службових об'єктів: лабораторія, пожежно-сторожова охорона і т. п.

#### **1.4 ПРОЕКТУВАННЯ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА**

Вимоги по проектуванню генерального плану підприємств:

- ✓ - підприємства розташовують поруч с сировинними базами, при наявності достатньої кількості енергоресурсів, які необхідні для виробництва;
- ✓ - для розташування підприємств приймають ділянки місцевості із горизонтальною (близьким до горизонтальної) поверхнею, з низьким рівнем ґрунтових вод та розвинутою транспортною мережею;
- ✓ - територія підприємства повинна обмежуватися огорожею;
- ✓ - на території підприємства умовно виділяють три зони – санітарно-захисну зону (навколо підприємства, розміром відповідно до категорії шкідливості підприємства), виробничу зону (на якій розташовані усі виробничі дільниці та споруди) та зону відпочинку (де розташовані контора, лабораторії, медичний пункт, їдальня, допоміжні та побутові приміщення, тощо);
- ✓ - будинки і спорудження розташовувати відповідно до їхнього виробничого призначення в межах визначених зон; при цьому потрібно намагатися найбільш заблокувати будинки і споруди для забезпечення компактного планування, економії території, скорочення комунікацій, сприятливих і безпечних умов праці і переміщення працюючих по території;
- ✓ - виробничі об'єкти, що виділяють пилюку, газ, дим (склади матеріалів, котельні і т. п.), розташовувати з урахуванням напрямку пануючих вітрів у віддалені від адміністративно-побутових будинків і споруджень;

- ✓ - будинки і спорудження розташовують таким чином, щоб проїзди, що їх зв'язують, були прямолінійними і перетиналися під прямими кутами;
- ✓ - усі зони підприємства мають біти освітленими, на території мають бути звукова та голосна сигналізація;

На всіх в'їздах та виїздах мають бути розташовані контрольно-перепускними пунктами, при необхідності оснащеними вагами, відповідно до зовнішнього транспорту.

У залежності від характеру виробничого процесу й особливостей технології при розробці генеральних планів враховуються спеціальні вимоги. Наприклад, з вибухово-пожежної безпеки; охорони навколишнього середовища; шумозахисту і т. п. З об'єктами виробничого комплексу тісно пов'язані адміністративно-побутові об'єкти: заводоуправління, побутові помешкання (побутовий корпус), їдальня і т. п.

Всі названі об'єкти пов'язані між собою в єдиний комплекс такими виробничими потоками:

- ✓ фізичними, що визначають матеріальні й енергетичні зв'язки;
- ✓ інформаційними, що включають потоки сигналів, документів, інформації;
- ✓ людськими, обумовленими застосуванням праці людини у виробничому процесі.

Виробничі і невиробничі об'єкти підприємства з урахуванням їхніх зв'язків розміщуються на місцевості (у просторі) у межах виділеної підприємству території. Територія, яка займається підприємством з урахуванням транспортних і інженерно-технічних комунікацій являє собою генеральний план підприємства.

## 1.5 СКЛАДСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО

Складське господарство є однією з ділянок технологічного комплексу любого підприємства. Організація і механізація вантажно-складського господарства істотно впливає на техніко-економічні показники і якість відвантажуваної продукції. У загальній вартості підприємства витрати на споруду складів складають близько 20-40%, а на вантажних операціях зайнято до 30% робітників.

При спорудженні складів передбачають резервні площі для аварійних запасів готової продукції. За способом зберігання склади бувають відкриті, закриті і комбіновані, а формою і типу споруд - конусні, штабельні (прямолінійної і кільцевої форми), штабельно-напівбункерні, бункерні і силосні. За технологічною послідовністю складське господарство підрозділяється на склади сировини та на склади готової продукції.

Основними типами складів мінеральних заповнювачів (щебеню, піску тощо) є: відкриті конусні, відкриті штабельні, естакадно-траншейні.

При експлуатації відкритих конусних складів якість продукції погіршується за рахунок використання бульдозерів, екскаваторів і відсутності бе-

тонного майданчика.

До недоліків конусних складів можна віднести неможливість повної зачистки вагонів зважаючи на наявність естакадних опор і часткового змішування матеріалів з розташованих поряд конусів. Поліпшити якість продукції, відвантажуваної з відкритих складів, можна шляхом організації контрольного грохочення. Штабельні склади мають ті ж недоліки, що і конусні, але вони дозволяють розмістити більше продукції.

Перевага бункерних складів полягає у тому, що відповідає необхідність підтримання матеріалу, зберігається якість продукції, продукцію зручно і швидко занурювати. Їх недолік - висока вартість і неможливість використання для зберігання і вантаження вологої продукції в зимовий час (на гравійно-піщаних заводах). Вантаження готової продукції з складів може бути конвеєрним (стрічковими транспортерами), бункерним, екскаваторним одноковшовими навантажувачами і грейферними кранами (при вантаженні в баржі).

В загальному випадку зберігають мінеральні заповнювачі (щебінь, гравій, пісок тощо) на підприємствах у відкритих і закритих складах. У проектних рішеннях застосовують наступні склади заповнювачів, виконані по різних схемах: скреперно-траншейний із завантаженням траншей з думпкарів або із стрічкового конвеєра; з мостовими грейферними кранами; естакадно-траншейні і безтраншейні; напівбункерно-траншейні; бункерні і силосні; безбункерно-естакадні; штабельні.

Велике розповсюдження на цементно-бетонних заводах мають відкриті естакадно-траншейні і безтраншейні склади заповнювачів. На рис. 1.1 показаний естакадно-траншейний склад заповнювачів відкритого типу з човниковим стрічковим конвеєром. Даний склад, володіючи всіма особливостями, властивими естакадно-траншейним складам, забезпечує збільшену місткість без крупних додаткових капіталовкладень.

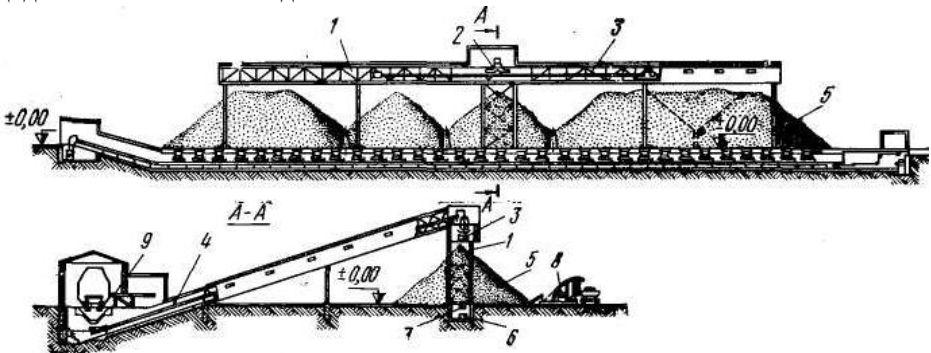


Рисунок 1.1 - Естакадно-траншейний склад заповнювачів з челноковим стрічковим конвеєром:

1- естакада; 2- скидаючий візок; 3- транспортер на естакаді; 4- транспортер подачі на склад; 5- штабель заповнювачів; 6- траншейний стрічковий конвеєр; 7- затвор; 8- одноковшовий навантажувач; 9- розвантажувальна установка



У деяких проектах естакадно-траншейних окладів передбачається роздільне зберігання матеріалів по фракціях і сортах, з пристроєм між штабелями розділових стінок різної висоти.

Полубункерно-траншейні склади, завантажувані з думпкарів, мають ряд недоліків: місткість бункерних траншей, заповнюваних під кутом природного укосу, використовується в малому ступені; питома місткість на одиницю площі складу низька; як і у всіх полубункерно-траншейних відкритих складах при дощах волога зі всієї площі окладу потрапляє в підбункерну траншею, заливаючи стрічковий конвеєр.

Бункерні силосні оклади заповнювачів унаслідок складності будівельної частини і високої вартості широкого розповсюдження не мають.

Склади з безбункерними естакадами виконують з підвищеними шляхами (розвантажувальними естакадами) і розвантажувальними шляхами на нульовій відмітці з приймальними бічними траншеями (рис. 1.2).

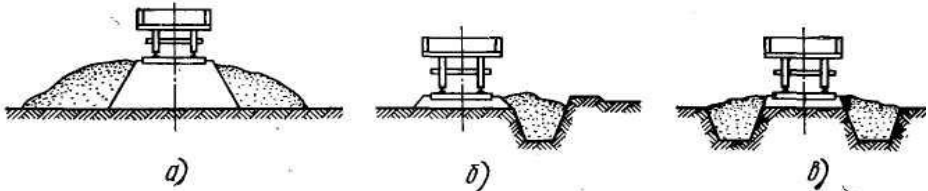


Рисунок 1.2 - Схема складу з безбункерною естакадою:

а- з піднесеною естакадою; б- з однією траншеєю; в- з двома траншеями

Низькі і високі естакади з приймальними траншеями призначаються для прийому саморозвантажних вагонів. Заповнювачі з первинних штабелів, утворених уздовж естакади при розвантаженні залізничних вагонів, перенавантажують в штабелю складського зберігання саморушними стріловидними грейферними кранами, автoнавантажувачами і т.п.

Штабельні склади характеризуються конусними, призматичними або іншої конструкції штабелями з бічними поверхнями, що утворюються гравітаційно під кутом природного укосу.

Відвантаження заповнювачів з штабелів можна виробляти самохідними вантажними машинами, а за наявності підштабельних траншейних конвеєрів - гравітаційно через підштабельні люки, обладнані затворами або живильниками.

При виборі типу складів для заповнювачів слід враховувати наступне:

- ✓ зберігання і складська переробка заповнювачів повинні вироблятися без погіршення їх якості;
- ✓ враховуючи вимоги, що підвищуються, до якості заповнювачів, слід вважати за доцільне застосування критих складів з використанням найекономічніших конструктивних рішень;
- ✓ на вибір типу складу, крім його місткості вантажообігу і кліматичних умов, істотний вплив роблять властивості матеріалів, що зберігаються в них, і технологічні вимоги до їх якості;

- ✓ найекономічнішими слід рахувати схеми штабелів з великими висотами;
- ✓ при виборі схем і типів критих складів слід враховувати переваги напівбункерних схем з кутом нахилу стінок, забезпечуючим гравітаційне закінчення заповнювачів на підштабельний конвеєр.

На скреперних складах допускається зберігання в кожному секторі або в кожній траншеї одного сорту щебеня або піску. Недоліком траншейних скреперних складів є мала висота і відносно велика поверхня, що спричиняє за собою попадання великої кількості атмосферних опадів, пил і відносно велику поверхню змерзання в зимовий час. У складах заповнювачів, обладнаних грейферними кранами, всі операції подачі на склад і видачі з складу в приймальні пристрої для транспортування в бункери підігріву, на сортування або на установку змішувача виконуються за допомогою грейфера з пересуванням при цьому грейферної візки, а іноді і моста (порталу) крана. Перевагою такого складу є надійність устаткування. До недоліків складів з порталними грейферними крана-мі відноситься низький коефіцієнт використання складської території, значні пробіги важких кранів з невеликою порцією заповнювача при завантаженні бункерів-живильників.

Разом з складами мінеральних заповнювачів до складу підприємств входять складські приміщення для зберігання цементу, мінерального порошку та інших дрібнодисперсних матеріалів.

Склади цементу або мінерального порошку, залежно від призначення, місткості вантажообігу і ряду місцевих умов, виконують по різних схемах. По конструктивних ознаках склади цементу та мінерального порошку підрозділяють на капітальні, виконувані в залізобетоні, і інвентарні - збірно-розбірні металеві. По вигляду транспортних пристроїв - на склади з механічним (елеватори, шнеки) і пневматичним транспортом (гвинтові і камерні пневмонасosi, ерліфти, аерожолоби). По типу склади підрозділяються на закриті, бункерні і силосні. Склади закрийного типу не інвентарні і тому при відносно невеликих капітальних витратах вимагають значних трудових витрат на перевантажувальні і складські операції. Бункерні склади цементу характеризуються наявністю ряду відсіків, з яких цемент гравітаційно (самоплив) поступає в гвинтові конвеєри, елеватори і пневмонасosi для подальшого транспортування у відділення змішувачів.

Для зберігання цементу або мінерального порошку на заводах застосовують силоси прямокутно-пірамідальні або циліндрові з вертикальними стінками і днищем у вигляді усіченої піраміди або конуса. Компонівка силосів можлива по схемах в один, два і декілька рядів. При цьому можна компонівки повинна забезпечувати примикання до складу зовнішніх шляхів сполучення, достатні розвантажувальні fronti і зручність маневрових операцій.

Вибір місткості цементного складу залежить від ряду чинників і в першу чергу від потужності бетонного заводу, а отже, і від розмірів складських запасів.

Розміри складських запасів матеріалів роблять значний вплив на розміри складської площі, об'єми будівельно-монтажних робіт (зведення естакад, підзе-

мних і наземних галерей, бетонування майданчика і т.п.), протяжність комунікацій, залізничних колій і під'їзних автомобільних доріг, тип і кількість навантажувально-розвантажувальних транспортних машин і механізмів, встановлену потужність електродвигунів, витрату електроенергії, схему і дальність транспортування цементу і заповнювачів, а також на тип складу. Визначення запасу матеріалів в днях можна виробляти різними методами. Звичайно при підрахунку запасу враховують робочі і календарні дні, кількість змін, середні або максимальні витрати матеріалів.

При проектуванні складів органічних в'язучих приймають до уваги – фізико-механічних властивостей матеріалів, які зберігаються. У загальному випадку органічні в'язучі при нормальній температурі навколишнього середовища мають тверду або туго пластичну консистенцію. При підвищенні температури вони переходять у рідкий стан. Виключення складають емульсії, дьогті та рідкі бітуми. Слід відзначити, що застосування дьогтів та рідких бітумів у дорожній сфері досить обмежене. Одже, в якості органічних в'язучи розуміють – бітуми нафтові дорожні, бітумні емульсії та бітумні мастики (останні також досить рідко використовуються у зв'язку із значною вартістю, але їх застосування збільшується завдяки більш високим показникам якості).

Для зберігання органічних в'язучих застосовують два типи складів: відкриті (в теперішній час досить рідко використовуються в наслідок значного впливу на навколишнє середовище та залежності матеріалів від кліматичних умов) та закриті. Закриті склади підрозділяють на бітумосховища (зберігання органічних в'язучих у напіврідкому стані із постійним підігрівом матеріалу – місцевим та загальним) і ангари або приміщення (для зберігання органічних в'язучих у тарі). Ангари застосовуються у разі використання емульсій або мастик. Слід відзначити жорсткі вимоги щодо зберігання в'язучих у ангарах – кількість матеріалу, температура, вологість, світло і т.п. Ангари застосовуються для зберігання хімічних домішок та поверхнево-активних речовин (ПАР).

### ***Питання винесенні до контролю за темою №1:***

1. Наведіть структуру будівельного комплексу України
2. Яка класифікація підприємств будівельних виробів та конструкцій?
3. Наведіть структуру виробничого процесу у будівельній галузі?
4. З яких елементів складається виробнича структура підприємств?
5. Які основні вимоги застосовуються до генерального плану підприємства?
6. Які особливості складського господарства на підприємствах будівельної галузі?
7. Наведіть структуру та конструкцію складів для зберігання мінеральних заповнювачів.
8. Наведіть структуру та конструкцію складів для зберігання мінерального порошку або цементу.
9. Наведіть структуру та конструкцію складів для зберігання органічних в'язучих.

тема №2: **ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ БУДІВЕЛЬНОЇ ІНДУСТРІЇ**

*Питання до розгляду*

*Технологічні схеми виробництва*

*Підприємства видобутку мінеральних матеріалів*

*Підприємства по переробці дорожньо-будівельних матеріалів*

*Підприємства по виготовленню будівельних напівфабрикатів*

*Підприємства по виготовленню будівельних виробів та конструкцій*

## **2.1 ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА**

Технологічні схеми виробничих процесів на підприємствах будівельної індустрії розробляються на основі поточності виробництва. Для усіх видів промислового виробництва технологія виготовлення продукції включає такі принципові схеми і блоки виробничих процесів:

- ✓ блок отримання вихідної сировини і матеріалів;
- ✓ блок енергетичних ресурсів – електроенергії, палива, пару, стислого повітря тощо;
- ✓ комплекти технологічного устаткування для прямої або поступової (східчастої) переробки вихідної сировини і матеріалів та одержання готової продукції;
- ✓ сортування і складування готової продукції.
- ✓ реалізація готової продукції.

Вантажопотоки підприємств діляться на зовнішні і внутрішні.

До зовнішніх вантажопотоків відноситься доставка на завод всіх матеріалів, необхідних для приготування бетонної суміші, і відправка із заводу готової продукції споживачам.

В загальному випадку на підприємства доставляють наступні матеріали:

- ✓ мінеральні заповнювачі - залізничним, водним або автомобільним транспортом, а також стрічковими транспортерами, підвісними канатними дорогами і гідротранспортом при близькому розташуванні сировинної бази від заводу;
- ✓ цемент, мінеральний порошок, тощо - залізничним, водним і автомобільним транспортом, а також пневматичним транспортом, при розташуванні заводів поблизу від базисного складу матеріалів;
- ✓ різні хімічні та полімерні добавки та поверхнево активні речовини (ПАР) (повітрявовлекаючи, пластифікуючи, змочуючи, водовідштовхувальні, фарбники, речовини для прискорення твердіння бетону і уповільнення схоплювання цементу і ін.)

Разом з вказаними матеріалами на підприємства подається по трубопроводах вода, витрата якої залежить від технології виробництва та потужності під-

приємства.

За допомогою залізничного транспорту матеріали переправляють на платформах, в гондолах (у піввагонах), в критих вагонах і думпкарах. Застосування гондол і думпкарів значно спрощує операції вивантаження на складах матеріалів. Використовування думпкарів також спрощує механізацію розвантажувальних робіт на складах, але характеризується високою вартістю, металоемністю, а також неодруженими пробігами думпкарів в не вантажному напрямі. Ефективним є здобич піску гідромеханізацією з транспортуванням його по трубопроводах (пульпопроводах). Транспортування заповнювачів на склади бетонних і розчинів заводів по трубопроводах (пульпопроводах) є комплексним рішенням здобичі, транспортування і відвала (намивання карт) гравію і піску. Останнім часом для транспортування навалювальних вантажів на відстані 10-20 км почали застосовувати стрічкові конвеєри, а для транспортування інших мінеральних заповнювачів - підвісні канатні дороги.

Для перевезення цементу та мінерального порошку на заводи при невеликих відстанях застосовують автоцементовози, що є герметично закритими цистернами, змонтованими на шасі автомобілів. Для додавання цементу та мінеральному порошку рухливості, необхідної при навантажувально-розвантажувальних операціях, його насичають повітрям.

На дорожньому будівництві підприємства, що мають закінчений технологічний цикл, готову продукцію відправляють споживачу в більшості випадків автомобільним транспортом (рідше залізничним або водним). Заводи, що мають незавершений технологічний цикл, доставляють споживачу напівфабрикати автомобільним транспортом. Радіус дії заводу залежить в першу чергу від дальності транспортування готової продукції без погіршення її якості:

До внутрішніх вантажопотоків цементно-бетонного заводу відносяться:

подача кам'яного матеріалу до дробильно-сортувального відділення;

подача цементу з складу в цементний дозатор установки змішувача, періодичне перекачування цементу з силосу в силос;

- ✓ подача мінеральних заповнювачів (піску і щебеня) з приймальних пристроїв у витратні бункери заводу через склади або минувши їх;
- ✓ подача в бетонозмішувальне відділення води;
- ✓ подача добавок та ПАР до технологічного обладнання.

Внутрішній вантажообіг заводу характеризується коефіцієнтом складських операцій, визначуваним як приватне від розподілу вантажообігу, що проходить через склад, на загальний вантажообіг заводу. Зниження цього коефіцієнта дає значний економічний ефект, зменшуючи завантаження механізмів, витрату електроенергії і т.п. Для переміщення матеріалів (піску, щебеня, гравію) від місця їх складування до джерел споживання в горизонтальному і похилому (до 18-20°) напрямках служать стрічкові конвеєри. Ширина стрічок стандартизована в межах від 300 до 1600 мм. Завантаження конвеєрів здійснюється через рухомі або стаціонарні вирви, лотки або живильники. З конвеєра матеріал вивантажується за допомогою плужкових зкидувачів або розвантажувальних візків.

Для вертикального переміщення сипких матеріалів (цемент, мінеральний порошок) використовують пневмотранспорт. Принцип дії пневмотранспорту заснований на переміщенні вантажу по трубопроводах рухомим струменем повітря. Залежно від способу створення руху струменя повітря в трубопроводі розрізняють пневматичні установки всмоктуючі, нагнітальні і змішаного типу. Діаметр трубопроводу можна визначити з формули продуктивності, підставивши в неї значення витрати.

Для дрібноуламкуватих (щебінь, гравій, шлак, пісок) матеріалів на бетонних заводах використовують ковшові елеватори, які є складовою частиною дробильно-сортувальних установок, розчинів і бетонозмішувальних вузлів. Основні несучі органи ковшових елеваторів - це ковші, змонтовані на втулково-роликівому ланцюзі або прогумованій стрічці і розташовані в металевому кожусі. Для переміщення пилоподібних (цементу, мінерального порошку і інших матеріалів) і сипких матеріалів іноді застосовують гвинтові конвеєри. Основним робочим органом гвинтового конвеєра є гвинти, що обертаються навколо подовжньої осі, встановлені в металевому жолобі або трубі. Гвинти виготовляються суцільними, стрічковими і лопатевими. Вони приводяться в рух електродвигуном, сполученим з валом гвинта. Продуктивність гвинтових конвеєрів - від 15 до 60 м<sup>3</sup>/годину.

Установки змішаного типу служать для забору матеріалу одночасно з декількох джерел розвантаження і транспортування його на значні відстані. Для внутрізаводських переміщень цементу, окрім пневматичного транспорту і гвинтових конвеєрів, використовують горизонтальні і похилі стрічкові транспортери, при цьому вони повинні бути захищені від дощу і вітру. Цей вид транспорту можна застосовувати в комбінації з елеваторами і пневматичними установками. Використовують також транспортери з скребковими ланцюгами, в яких цемент переміщається по закритому жолобу суцільним струменем.

Аналогічна схема вантажопотоків існує і на асфальтобетонному заводі, із різницею обумовленою особливостями технологічного процесу, тобто:

- ✓ подача кам'яного матеріалу до дробильно-сортувального відділення;
- ✓ подача мінерального порошку з складу в дозатор установки змішувача, періодичне перекачування мінерального порошку з силосу в силос;
- ✓ подача мінеральних заповнювачів (піску і щебеня) з приймальних пристроїв у витратні бункери заводу через склади або мивнувши їх;
- ✓ подача органічних в'язучих з сировинного складу до технологічного обладнання (бітумно-плавильні агрегати, емульсійні установки, асфальтозмішувальне відділення і т.п.);
- ✓ подача добавок та ПАР до технологічного обладнання.

Виробничі підприємства дорожнього господарства класифікують на кар'єри по видобутку мінеральних матеріалів (розташовуються на родовищах корисних копалин), підприємства по переробці дорожньо-будівельних матеріа-

лів (каменедробильні заводи – КДЗ, бази бітумних матеріалів та бітумно-емульсійні бази), підприємства по виготовленню напівфабрикатів (асфальтобетонні заводи – АБЗ, цементобетонні заводи – ЦБЗ), підприємства по виготовленню будівельних виробів (заводи по випуску залізобетонних виробів або конструкцій – заводи ЗБВ або ЗБК).

## **2.2 ПІДПРИЄМСТВА ВИДОБУТКУ МІНЕРАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ**

### **2.2.1 ОСОБЛИВОСТІ ГІРСЬКИХ ПОРІД, ЯКІ РОЗРОБЛЯЮТЬСЯ КАР'ЄРАМИ, ЇХ ВПЛИВ НА ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ**

Природними дорожніми матеріалами називають, породи, що розташовані в земній корі та які можуть бути використані для будівництва і при експлуатації автомобільних доріг. Породи, що здобуваються, застосовують в їх природному вигляді (бутовий камінь, пісок), після механічної переробки (щебінь, шашка) або після сортування здобутої маси, тобто після відділення матеріалу від «шкідливих» порід. Значні скупчення порід називають родовищами даних порід.

Відповідно до дорожньої галузі гірничі породи розподіляють на ґрунти та гірські породи. Ґрунти за складом розподіляють на глини, супісок, пісок та суглинок. За походженням всі гірські породи можна розділити на три основні групи: вивержені, осадкові і метаморфічні.

Вивержені (первинні породи) утворюються в результаті застигання розплавленої магми. Залежно від умов застигання вивержені породи ділять на глибинні (інтрузивні) і ті що вилилися (ефузивні). Перші мають кристалічну будову, другі – щільніші (склоподібні або дрібнозернисті). Осадкові породи утворюються при руйнуванні вивержених порід під впливом різних механічних і хімічних дій (пісковики) або в результаті осадження з води за допомогою органічних речовин (вапняки). До осадкових порід відносяться і уламкові, що утворилися з уламків і частинок зруйнованих порід (валуни, гравій). Метаморфічні породи утворюються на глибині в результаті зміни осадкових або вивержених порід під впливом вулканічних явищ (кварцити, доломіт, мармури).

Залягання порід в значній мірі залежить від їх походження. Вивержені глибинні породи залягають головним чином у вигляді штоків, батолітів, лакколітів, пластів, а ті що вилилися - у вигляді потоків та куполів. Осадкові породи залягають пластами. Пластом називається маса гірської породи, що має значний протяг по простяганню і падінню, достатньо витриману потужність і залягає між двома паралельними площинами.

Пласти породи невеликої потужності називаються пропластками. Прикладами пластоподібного залягання порід є родовища вапняку. Протяг пласта в довжину називається простяганням. Лінія перетину пласта з горизонтальною площиною називається лінією простягання, а перпендикулярна їй лінія в площині пласта - лінією падіння. Кут, утворений лінією падіння з горизонтальною площиною, називається кутом падіння пласта. Потужністю пласта називається найкоротша відстань між кривлею і підшвою, тобто між верхньою і нижньою межами пласта. Кут падіння пласта і його потужність є важливими геологічними

показниками, які впливають при проектуванні на вибір систем розробки, на техніко-економічні показники роботи кар'єру. Точне визначення їх є однією з основних задач розвідувальних робіт.

З різних гірських порід в дорожньому будівництві найбільш поширені граніти (вивержені), пісковики, вапняки (осадові породи).

Граніт - поширена гірська порода, кристалічно-зернистої будови, яка складається з кварцу (20-40%), польового шпату (40-60%) і слюди (5-20%). Міцність граніту залежить від крупності і однорідності зерен мінералів: чим дрібніші зерна, тим граніт міцніше. За величиною зерен (кристалів) граніт ділять на дрібно-, середньо- і грубозернистий. Тимчасовий опір стисненню гранітів коливається в значних межах, досягаючи 240 МПа або 2400 кг/см<sup>2</sup> і більш (дуже міцні граніти), 220-160 МПа, 2200-1600 кг/см<sup>2</sup> (міцні), 150-110 МПа, 1500-1100 кг/см<sup>2</sup> (середні), 90-60 МПа, 900-600 кг/см<sup>2</sup> (слабкі). Граніти морозостійкі і витримують до 200 і більш циклів заморожування і відтавання. Об'ємна вага граніту 2,6-2,7 т/м<sup>3</sup>.

Пісковики є масою зерен - піщинок, зв'язаних між собою природним цементуючим речовинам. Міцність пісковиків в основному залежить від характеру цементуючої речовини, від якого і відбувається назва різновидів пісковіку. Міцними вважають крем'янисті пісковики, в яких зерна зв'язані кремнеземом, а найслабкішими - глинисті, зерна яких зцементовані глиною. За кольором і якістю пісковики різноманітні. Тимчасовий опір їх стисненню коливається у великих межах. Залежно від розміру зерен пісковики ділять на грубо-, крупно-, середньо- і дрібнозернисті. З різновидів вапняків в дорожньому будівництві застосовують головним чином щільні вапняки, які складаються з подрібнених уламків вапняних раковин, зцементованих вуглекислим кальцієм. Чим дрібніше окремі частини і більш щільне їх зрощення, тим твердіше і щільніша порода. Фізичні властивості вапняків дуже різноманітні: часто вапняки одного родовища мають різну міцність. Тому при виборі їх для дорожнього будівництва необхідна ретельна розвідка і випробування зразків породи (випробування родовища).

Валуни мають майже завжди закруглену форму. Залежно від породи, з якої вони складаються, змінюється їх щільність і міцність. Розмір валунів коливається у великих межах, досягаючи іноді декількох метрів в поперечнику.

Гравій складається з достатньо обкатаних уламків різних мінералів і гірських порід, розмірами від 5 до 70 мм. Порода, в якій більше 50% гравію, а інше пилові, піщані і глинисті частинки, називається гравійним матеріалом. За походженням і місцю залягання гравій буває льодовиковим (гірський), береговим і річковим.

## 2.2.2 КЛАСИФІКАЦІЯ ПІДПРИЄМСТВ ПО ВИДОБУТКУ МІНЕРАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЗАПАСІВ ДОРОЖНЬО-БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Кар'єри бувають промисловими і будівельними. Промислові кар'єри - постійно діючі капітально обладнані підприємства, часто автоматизовані, створені на базі могутніх родовищ. Вони забезпечують дорожні будівництва, які розта-



шовані в районах, де відсутні місцеві кам'яні матеріали. Радіус дії таких кар'єрів 1000-1500 км. Промислові кар'єри, як правило, не підлеглі дорожнім будівництвам. Вони входять в управління або трести нерудних матеріалів і забезпечують окремі будівництва за рознарядками вищестоящих організацій. Будівельні кар'єри - підприємства тимчасового типу. Їх в основному організують самі будівельні організації для забезпечення потреби в матеріалах. Термін їх існування 1-3 року (термін будівництва забезпечуваного об'єкту). Споруди на таких кар'єрах тимчасового типу, збірно-розбірні і пересувні, засоби механізації менш потужні, ніж на промислових кар'єрах. Будівельні кар'єри можуть бути притрасові і базисні. Перші створюють поблизу траси дороги, що будується, базисні - на могоутніх притрасових родовищах, а також на родовищах, віддалених від траси. Після закінчення будівництва ці кар'єри часто використовують для потреб експлуатації доріг. Доцільність розробки того або іншого родовища визначають потужністю запасів, об'ємом вськришних робіт, якістю, дальністю возки і собівартістю продукції франко-місце для споживача. Не дивлячись на порівняно високу вартість продукції будівельних кар'єрів в порівнянні з промисловими, вони вельми доцільні завдяки близькості до місць споживання.

Запасом корисних копалин називають кількість його на даній ділянці родовища. Підрахунок запасів роблять на основі розвідувальних вироблень. Існує декілька методів підрахунку запасу. У геологічному звіті указують, яким методом зроблений підрахунок. Розвідані і підраховані запаси звичайно затверджують спеціальні комісії по запасах. Запаси корисної копалини по ступеню вивченої родовищ підрозділяють на категорії:

- ✓ *Категорія А* - запаси, розвідані і вивчені детально, що забезпечує повне з'ясування умов залягання, форми і будови тіл корисних копалин. Умови ведення гірничоексплуатаційних робіт, а також технологію подальшої обробки корисних копалин в цьому випадку перевіряють на досвіді роботи діючих кар'єрів. Наявні відомості дозволяють запроектувати і побудувати на базі розвіданого родовища підприємство відповідної потужності, ступеня механізації і автоматизації.
- ✓ *Категорія В* - запаси, розвідані і вивчені детально, що забезпечує виявлення головних особливостей умов залягання, форми і характеру будови тіл корисних копалин, без точного відображення просторового положення кожного пласта, а також для визначення природних даних, від яких залежать загальні умови ведення гірничоексплуатаційних робіт.
- ✓ *Категорія С* - запаси, розвідані і вивчені детально, що забезпечує з'ясування у загальних рисах умов залягання, форми і будови тіл корисних копалин. Категорія С підрозділяється на С1 і С2. До категорії С1 відносять родовища, запаси яких визначені на підставі рідкої сітки бурових свердловин або гірських вироблень. Це, як правило, родовища, що примикають до контурів запасів категорій А і В. Якість і склад матеріалу, умови розроб-

ки родовища в цьому випадку вивчені на основі окремих проб і зразків. До категорії С2 відносять родовища, заздалегідь оцінені на основі окремих проб і зразків.

У геологічному звіті детально висловлюють дані лабораторних аналізів і фізико-механічних випробувань проб, відібраних при розвідці. На основі вивчення цих даних дають розгорнену якісну характеристику корисних копалин. Для підрахунку запасів обмежують площа родовища за розвіданістю, використовуючи дані розвідувальних вироблень і результати випробування. Встановлюють промислові межі розповсюдження корисних копалин, визначувані по комплексу якісних і гірничотехнічних показників. Для підрахунку запасів використовують способи: середньоарифметичний, вертикальних розрізів, трикутників. Зрідка запаси підраховують методом багатокутників і ізоліній.

При середньоарифметичному способі на топографічній карті обмежують (визначення межі родовища або окремих його ділянок полягає у встановленні опорних точок, через які потім проводять лінії контуру) корисна копалини роздільно по категоріях запасу, потім підраховують розміри кожного контуру і множують на середню товщину корисного шару. Цей спосіб застосовний при пошукових роботах або розвідці родовищ з простою геологічною будовою і невеликими коливаннями потужності шарів. Спосіб вертикальних розрізів (лінійних перетинів) використовують, коли родовище має подовжену форму (берегові вали, коси) і розвідане виробленнями, пройденими по паралельних або близьких до них розвідувальних лініях, орієнтованих уперек напрямку протяжності валу. При способі підрахунку запасів по трикутниках всю площу родовища розбивають на трикутники, вершинами яких служать шурфи або свердловини. По кожному трикутнику визначають об'єм як твір площі на середньоарифметичну глибину в його вершинах.

Запаси родовища гравію підраховують в кубічних метрах гірської породи в щільному тілі. Вміст в породі окремо гравію і валунів визначають у відсотках від запасу всього родовища, а також від запасів по окремих категоріях і ділянках з різним змістом гравію. Ширина робочого майданчика уступу повинна бути такою, щоб на ній могла розміститися порода після вибухів, не заважаючи транспортуванню порід і оббурюванню нижче розташованого уступу.

### 2.2.3 РОЗРОБКА ГРУНТОВИХ КАР'ЄРІВ

Для будівництва автомобільних доріг (спорудження земляного полотна автомобільної дороги) необхідна значна кількість ґрунту. На даному рівні розвитку технології будівництва можливо використання всіх ґрунтів, але застосування деяких ґрунтів (пилуватих супісків, торф, мул тощо) потребує додаткових засобів щодо їх стабілізації (ізоляція від різних типів вологи – вільної, плівкової, капілярної; захист від промерзання, зміцнення – армування, укріплення мінеральним матеріалом, обробка неорганічним в'язучим, обробка органічним в'язучим та тощо).

Розробка ґрунтових матеріалів виконується відкритим способом. За умовами розробки кар'єри класифікують на механізовані та на гідро механізовані.

Механізовані кар'єри розподіляють за основними механізмами, такими як екскаватор та скрепер. Іноді застосовують комбінації з механізмів – бульдозер та екскаватор (бульдозер у якості механізму для розробки ґрунту та його скупчення, а екскаватор для навантаження у транспортні засоби) або скрепер та бульдозер (скрепер у ролі машини для розробки ґрунту та його транспортування, а бульдозер у ролі розпушувача та для профілювання поверхні).

Розріз уступів приведений на рис. 2.1. Уступ - частина родовища, що розробляється, яка обмежена двома площинами - горизонтальною і похилою або вертикальною. Уступ обслуговується окремим транспортним горизонтом. Підуступ - частина уступу, розділеного горизонтальними майданчиками, обслуговувана транспортом, загальним для всього уступу.

З елементів уступу розрізняють: брівку уступу - лінія перетину укосу уступу з його верхнім або нижнім майданчиком; укіс уступу - похила або вертикальна робоча поверхня уступу; кут укосу уступу, - утворюваний похилою поверхнею уступу з горизонтальною площиною. Місце на уступі або підуступі, де розробляють гірську породу, називають забоєм. Частина уступу, призначена для розміщення устаткування, транспортування і оброблення гірської породи, називають робочим майданчиком (бермою). Вона ж відділяє підуступи і уступи один від одного. Окрім робочого майданчика, при проектуванні кар'єру слід передбачати на неробочому борту берму безпеки, яка служить для того, щоб породи не падали на нижче розташований уступ. Частина уступу по довжині, підготовлена до виробництва гірських робіт, називають фронтом робіт даного уступу.

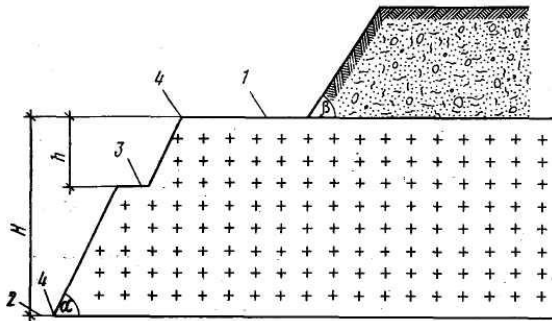


Рисунок 2.1 - Розріз добичного і вськришного уступів і їх елементи:

- 1- верхній майданчик; 2- нижній майданчик; 3- майданчик (берма) підуступу;
- 4- брівка уступу; h- висота підуступу; H- висота уступу;  $\alpha$ - кут укосів уступу здобичі;  $\beta$ - кут укосу вськришного уступу

Елементами кар'єру, які проектують при підготовці родовища, є транспортна (відкатувальна) і розрізна траншеї. Транспортну траншею звичайно проектують за контурами ділянки, наміченої до розробки. Вона служить для транспортування порід з кар'єру. Ця траншея діє весь час існування горизонту, який вона обслуговує. Розрізна траншея проходить тільки для створення уступів я фронту робіт. В процесі розробки порід розрізну траншею розширюють, посту-

пово утворюючи вироблений простір, тобто виїмку в земній поверхні, з якої витягнуто корисні копалини.

Висота уступу залежить від ряду умов, основні з яких приведені нижче:

- ✓ *Геологічні умови.* Якщо окремі пласти корисних копалин розділені пластами порожніх порід значної потужності, розробка корисних копалин разом з порожніми породами недоцільна. Родовища слід розробляти окремими уступами, висота яких не повинна перевищувати потужності кожного пласта корисних копалин.
- ✓ *Спосіб розробки і вживане устаткування.* При розробці родовищ м'яких порід екскаваторами висота уступу лімітується заввишки черпання прийнятого типу екскаватора. При здобичі міцних порід вибуховим способом висота уступу не повинна перевищувати максимальну висоту черпання екскаватора більш ніж в 1,5 рази.

Якщо родовище складається з декількох пластів корисних копалин різної якості, то для уникнення змішення окремих сортів каменя пласти доцільно розробляти окремими уступами і підступами (особливе при проектуванні розробки родовищ вапняків). Ширину робочої площі уступу (рис. 2.2.) здобичі при спусненні порід зарядами свердловин визначають по формулі

$$B = A + b + a + A' \quad (2.1)$$

де  $A$  - частина майданчика, зайнята висадженою породою;

$b$  - відстань від висадженої породи до транспортного майданчика, яке повинне бути не менше 1,0 м;

$a$  - ширина транспортного майданчика, рівна  $2b'+a''$  ( $b'$  - найбільша ширина автосамоскида;  $a''$  - зазор між двома автосамоскидами, який повинен бути не менше 1,5 м);

$A'$  - ширина забою, розпушувана при вибуху на нижче розташованому уступі.

При визначенні ширини транспортного майданчика за всіх умов, відповідно до Єдиних правил безпеки, необхідно, щоб відстань від колеса до краю проїжджої частини була не менше 0,5 м. Величина  $A$  в процесі розробки зменшується, а майданчики  $b$  і  $a$  зміщуються до забою.

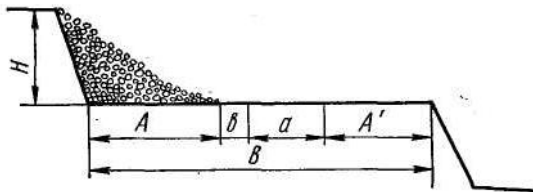


Рисунок 2.2 - Ширина робочого майданчика

У перший період роботи (до створення виробленого простору) вськришні породи необхідно транспортувати в спеціально організований відвал. У Єдиних

правилах безпеки при розробці родовищ корисної копалини відкритим способом вказано, що висота порідних відвалів, кути укосу і призми обвалення, швидкість просування відвальних робіт встановлюють проектом залежно від фізико-механічних властивостей порід відвала і його підстави, способу відвалоутворення і рельєфу місцевості.

Гідро механізовані способи розробки, в залежності від розташування родовища поділяють на розробку за допомогою гідромоніторів (при розташуванні піщаних родовищ на суходолі) та за допомогою землесосних снарядів (при розташуванні піщаних родовищ під товщею води).

Технологічний процес розробки піщаних (гравієво-піщаних) матеріалів за допомогою гідромоніторів має такі особливості: струмінь води, під значним тиском розмиває товщу ґрунту. Пульпа (суміш води з ґрунтом) стікає до приямку (пониженого місця), та за допомогою насоса по пульпопроводу транспортується на спеціальну площадку, де вода стікає і залишається пісок (гравійно-піщана суміш). Таким способом є можливість розробляти будь яку не зв'язну породу (глину, супісок, суглинок), але наявність пилюватих часток затрудняє відвід води. Технологічний процес розробки піщаних (гравієво-піщаних) матеріалів за допомогою землесосних снарядів має такі особливості: на понтоні розміщується потужний насос, який всмоктує пісок (гравійно-піщану суміш) із водою з dna водоймища та по пульпопроводу транспортується на узбережжя на спеціальну площадку, де вода стікає і залишається пісок (гравійно-піщана суміш).

Перевагою гідро механізованого способу розробки піщаного (гравійно-піщного) матеріалу є не значні енергозатрати, висока автоматизація виробництва та якість (чистота) отриманого матеріалу. До недоліків можна віднести значну потребу у воді.

## 2.2.4 ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИДОБУТКУ СКЕЛЬНИХ ПОРІД.

Розробка кар'єрів по видобутку скельних порід основана на технології розпушення кам'яного масиву за допомогою вибуху та завантаження отриманих кам'яних уламків у транспортні засоби.

При проектуванні кар'єрів буропідривні роботи повинні бути передбачені при проходці траншей, корчуванні пнів і розробці скельних порід. За допомогою буропідривних робіт від загального масиву відділяють скельні породи (основний вибух) і потім доводять їх до необхідних розмірів (повторний вибух або оброблення негабариту).

Для кар'єрів дорожньо-будівельних матеріалів проектують головним чином методи шпурових, малокамерних свердловин і накладних зарядів.

Під методом шпурових зарядів розуміють виробництво вибухових робіт подовженими зарядами, розміщеними в циліндричних виймках завглибшки до 5 м, діаметром до 75 мм. Найбільш поширено застосування шпурів діаметром 32-42 мм. Шпуровий метод є єдино можливим при розробці малопотужних родовищ, коли незначна потужність залягання корисних копалин виключає можливість застосування інших методів вибуху, селективній розробці пластових родовищ, при якій не допускається змішування окремих малопотужних пластів; об-

робленню крупних шматків породи до габаритних розмірів; підготовчих роботах; спушені мерзлоти. Значною перевагою методу шпурових зарядів при спушені скельних порід є невеликий вихід каменя негабариту.

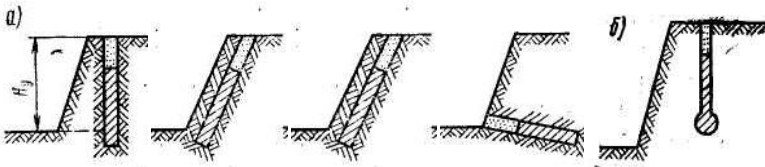


Рисунок 2.3 – Методи виконання буро підривних робіт

Метод зарядів свердловин полягає у вибуху зарядів, розміщених в свердловинах. Цей метод застосовують при висоті уступу більше 5 м, коли необхідно одночасно розпушити значний об'єм корисних копалин. Свердловини бурят різного діаметру. Найпоширенішими є свердловини діаметром до 200 мм. Збільшення діаметру свердловин і відстаней між ними підвищує кількість каменя негабариту у висаджуваній породі. На кар'єрах дорожньо-будівельних матеріалів разом з проходкою вертикальних свердловин для полегшення роботи заряду свердловини часто проектують буріння поблизу підосви уступу горизонтальних або похилих шпурів. При методі малокамерних зарядів (рукавів) заряди поміщаються в горизонтальні або злегка похилі вироблення. Цей метод проектують головним чином при розробці вапняків, різномісних або перешаровуються по-рожніми породами.

Метод накладних зарядів застосовують тільки для розколу каміння негабаритів або окремих валунів. Основний недолік цього методу - велика витрата вибухових матеріалів.

Методи руйнування гірських порід при бурінні шпурів і свердловин розділяють на механічні, фізико-хімічні і комбіновані. При бурінні гірських порід частіше всього використовують механічні методи, які по характеру роботи інструменту в забої і додатку силових навантажень підрозділяють на чотири способи буріння: обертальний, ударний, ударно-обертальних і обертально-ударний.

При обертальному бурінні руйнування породи на забої свердловини відбувається за рахунок руху інструменту, що має форму різця, по гвинтовій лінії. Такий рух є поєднанням обертальної і поступальної ходи. При ударному бурінні інструмент, заточений у вигляді клину, упродовжується в породу під дією короткочасного ударного навантаження, направлено по осі свердловини. Обертально-ударне буріння є поєднанням двох способів, при яких на породу забою шпурі діє велике осьове зусилля, великий момент, що крутить, і ударне навантаження. Прикладений момент, що крутить, дозволяє зрізати більшу стружку, ніж при обертальному бурінні. Агрегати ударно-обертального буріння складаються з верстата і погрузного пневмоударника. Верстат служить для обертання бурового стану, для подачі його до забою свердловин з певним осьовим тиском і подачі стислого повітря до пневмоударника, який знаходиться в свердловині.

Термічне буріння свердловин виробляється головним чином в породах, що мають крем'янисту підставу.

Підготовка гірської породи до вибуху складається з буріння шпурів діаметром до 45 мм, завглибшки до 5 м і свердловин завглибшки більше 5 м і діаметром 100-300 мм. Буріння шпурів і свердловин виробляють вище і нижче за підшову уступу. Недобур - відстань між рівнем підшови уступу і дном свердловин, що знаходиться вище за підшову уступу. Довжина недобура залежить від фізико-механічних властивостей висаджуваної породи, діаметру заряду, потужності ВВ. До недобуру вдаються в легко руйнованих м'яких породах, за наявності м'яких рихлих порід під руйнованим твердим пластом або ясно вираженому нашаруванні порід при роздільній виїмці корисної копалини і необхідності збереження підшови виїмки від руйнування вибухом. Перебур - частина свердловини або шпура, пробурена нижче за підшову уступу. Перебур служить для посилення дії вибуху в нижній частині свердловини, забезпечуючи рівний відрив породи від підшови уступу.

Для спущення порід застосовують вибухові матеріали (ВМ), які діляться на вибухові речовини (ВР) і засоби вибуху (ЗВ). Залежно від властивостей, складу, умов застосування вибухові матеріали діляться на три групи: металеві, бризантні і ініціюючі.

Металеві вибухові речовини мають відносно невелику швидкість розкладання; унаслідок поступового наростання тиску газів в них переважає статичний тиск і майже відсутній динамічний удар. При спущенні породи металевими ВР вони ламають її на крупні шматки. Металеві ВР на кар'єрах застосовують при здобичі штучного каміння, коли необхідно від масиву відділити крупні моноліти. Вибухівка що дроблять або бризантні ВР мають велику швидкість розкладання (3000-3600 м/с). Ці вибухові речовини виробляють сильне дроблення гірської породи, в якій вони вибухають; на кар'єрах застосовують головним чином амоніти, оскільки вони дешевші і їх застосування безпечне в порівнянні з іншими ВР. Ініціюючі ВР (гримуча ртуть, азидсвинцю і ін.) застосовують для спорядження капсулей детонаторів, детонуючих шнурів. Найважливішою їх властивістю є здатність порушувати вибух інших ВР.

### 2.2.5 КАР'ЄРНИЙ ТРАНСПОРТ.

Для розробки будівельних матеріалів у кар'єрах можна використовувати

- ✓ *екскаватор з прямою лопатою* - у всіх випадках розробки кар'єру при рівній і твердій підшві;
- ✓ *екскаватор з драглайном* - за відсутності в породі крупних валунів, слабкій підшві кар'єру, нерівному рельєфі підшови кар'єру, розробці порід нижче за рівень води;
- ✓ *скрепери* - при розробці невеликих родовищ корисних будівельних матеріалів і можливості транспортувати скрепером породу до збагачувальних установок;
- ✓ *бульдозери* - при розробці горбистого кар'єру і близькому розташуванні збагачувальної установки;

- ✓ *землесоси* - при розробці родовищ, що знаходяться нижче за рівень води або в заплавної частині річки;
- ✓ *гідромонітори та землесосні снаряди* - за відсутності крупних валунів, наявності джерела води і електроенергії, можливості створення самопливного транспорту і наявності площі для карт намівання.

Для транспортування породи використовують різні види транспорту. Використовування залізничного транспорту завжди вигідне при доставці гірської маси на великі відстані. При невеликій потужності кар'єру і невеликих відстанях транспортування гірської маси використовують переважно автомобільний транспорт: багатоотонажні автомобілі-самоскиди, самохідні ґрунтовози. При цьому завжди є можливість швидкого перекидання автомобілів від одного екскаватора до іншого. Разом з достоїнствами автомобільний транспорт має ряд недоліків, які роблять істотний вплив на техніко-економічні показники його роботи. Це відносно великі витрати на транспортування, залежність роботи автомобілів від кліматичних умов і погана прохідність в слабких породах. Для забезпечення прохідності автомобілів влаштовують тимчасові кар'єрні дороги без покриття (типу профільованих) або з покриттями. Використовують також тимчасові дороги із збірно-розбірними залізобетонними покриттями на всю ширину проїжджої частини і покриття колійного типу. Дороги з суцільним покриттям влаштовують при інтенсивному, стрічному і двохсмуговому русі. Колійні покриття влаштовують при кільцевому або стрічному русі автомобілів-самоскидів з пристроєм роз'їздів. Для ремонту і змісту доріг організовують службу експлуатації.

Для відстанях транспортування гірської маси на відстань до 1 км виявляється вигідним конвеєрний транспорт - ланковими переносними стрічковими транспортерами із завантаженням бункера, що пересувається, екскаваторами, одно ковшовими навантажувачами (переважно) або спеціальними стрічковими навантажувачами на гусеничному ході. Можлива комбінація всіх видів транспорту, яка у ряді випадків забезпечує дешевшу доставку гірської маси на КДЗ або для вантаження в залізничний пересувний склад. Капіталовкладення в конвеєрний транспорт невеликі, так само як і експлуатаційні витрати. Проте істотною перешкодою до застосування цього виду транспорту при розробці скельних порід є швидкий знос стрічок через абразивну порід і виникнення ударних навантажень при проходженні ролико-опор. Для підвищення термінів служби стрічки в місцях завантаження конвеєра і у вузлах перевантаження встановлюють віброгрохот. При невеликій висоті перепаду із застосуванням гуркоти забезпечують рівномірне живлення і розділення потоку на крупні і дрібні зерна. Підвищенню терміну служби стрічок сприяє також установка гнучких ролико-опор, що зменшують навантаження на стрічку.



## 2.3 ПІДПРИЄМСТВА ПО ПЕРЕРОБЦІ ДОРОЖНЬО-БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

### 2.3.1 КАМЕНЕ-ДРОБИЛЬНІ ЗАВОДИ

Технологічний процес КДЗ включає наступні технологічні операції: дроблення гірської породи, грохочення (сортування) подрібненого матеріалу, збагачення кам'яного матеріалу, промивка мінерального матеріалу та його зневоднення.

#### 2.3.1.1 Дроблення мінерального матеріалу

Дробленням називають процес розділення твердого тіла на частини з утворенням нових поверхонь, при цьому долаються сили зчеплення частинок. Цей процес вимагає значних витрат механічної енергії. Приблизно 5% всієї енергії, що виробляється в світі, включаючи енергію двигунів внутрішнього згорання, витрачається на подрібнення (дроблення і помел). Це обумовлює необхідність вдосконалення конструкції дробильних машин і технології виробництва нерудних матеріалів. Правильний вибір устаткування і технологічної схеми дозволить звести до мінімуму відходи, викликані зайвим подрібненням, а також понизити непродуктивні витрати, пов'язані з експлуатацією устаткування. Матеріал на сучасних дробильно-сортувальних заводах дробиться, як правило, в декілька стадій із застосуванням дробильних машин різних типів, вибирають які з урахуванням фізико-механічних властивостей початкового матеріалу і його розмірів. За технологічним призначенням стадії дроблення підрозділяють на первинну, вторинну і остаточне дроблення. При первинному (крупному) дробленні гірська маса переробляється до розміру, що забезпечує нормальну роботу дробарок подальшої стадії (звичне до 250 мм). Для первинного дроблення в промисловості нерудних будівельних матеріалів звичайно використовують крупні щічні або роторні дробарки. При вторинному (середньому) дробленні здійснюється подальше скорочення розміру матеріалу, що переробляється (до 70-125 мм). Дроблення є обов'язковим елементом при переробці кам'яних матеріалів в щебінь. Цей процес характеризується ступенем подрібнення, тобто відношенням середнього розміру завантаженого в дробарку каміння  $D$  до середнього розміру роздроблених шматків  $d$ :

$$i = D/d. \quad (2.2)$$

У зв'язку з обмеженим ступенем подрібнення дробарок великим розміром каменя, що здобувається, і потребою в дрібних фракціях щебеня тільки при проектуванні невеликих кар'єрів можна обмежитися однією дробаркою, частіше слід застосовувати дроблення послідовно на двох і більш каменедробарках. Один ступінь подрібнення матеріалу до певних розмірів на одній або декількох паралельно встановлених каменедробарках називається стадією дроблення. Стадію дроблення складають операції дроблення разом з тими, що відносяться до неї на кожній даній ділянці технологічного процесу операціями грохочення. Дроблення початкової гірської породи; що поступає з кар'єру, називається першою стадією дроблення або первинним дробленням. Подальші стадії дроблення

називаються другою, третьою стадією або вторинним і третинним дробленням і т.п. Різноманітність властивостей і розмірів матеріалу, що переробляється, а також різні якісні і кількісні цілі процесу дроблення приводять до необхідності створення дробарок різних моделей і типорозмірів. За принципом дії дробарки розділяють на наступні основні типи (рис. 2.1):

- ✓ *щічні* (рис. 2.1,а), в яких матеріал дробиться під дією сил роздавлення, розколювання і часткового стирання в просторі між двома щокми при їх періодичному зближенні;
- ✓ *конусні* (рис. 2.1,б), в яких матеріал дробиться під дією сил роздавлення, зламу, частковим стиранням між двома конічними поверхнями, одна з яких рухається ексцентрично по відношенню до іншої, здійснюючи тим самим безперервне дроблення матеріалу;
- ✓ *валкові* (рис. 2.1,в), в яких матеріал дробиться між двома валами, що обертаються назустріч один одному;
- ✓ *ударної дії*, які в свою чергу розділені на молоткасті (рис. 2.1,г) і роторні (рис. 2.1,д). У молоткастих дробарках матеріал подрібнюється в основному ударом по ньому шарнірно-підвішених молотків, а також стиранням; у роторних дробарках дроблення досягається за рахунок удару матеріалу об жорстко прикріплені до ротора відбивні плити і ударів шматків матеріалу один об одного.

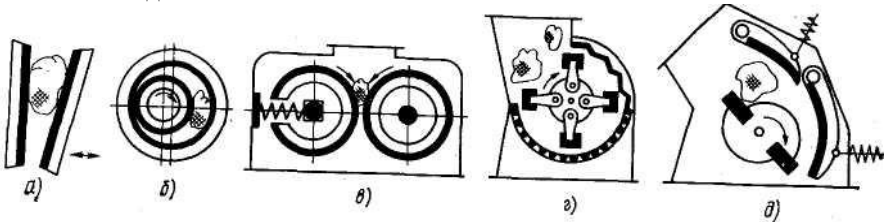


Рисунок 2.1 - Принцип дії дробарок різних типів:  
а- щічні; б- конусні; в- валкові; г- молоткасті; роторні

Головними параметрами дробарок, тобто параметрами, що характеризують даний типорозмір, є: для щічних ширина і довжина приймального отвору; для конусних дробарок середнього і дрібного дроблення - діаметр основи рухомого конуса; для валкових дробарок - діаметр і довжина валів; для роторних і молоткастих - діаметр і довжина ротора. Крім того, важливим параметром кожної дробильної машини є розмір вихідної щілини.

Принцип дії щічних дробарок наступний: у камеру дроблення, що має форму клину і утворену двома щокми, з яких одна в більшості випадків нерухома, а інша рухома, подається матеріал, що підлягає дробленню. В процесі роботи машини в результаті клиноподібної форми камери дроблення шматки матеріалу розташовуються по висоті камери залежно від їх крупності: крупніші вго-

рі, менш крупніші внизу. Рухома шока періодично наближається до нерухомої, причому при зближенні шік (хід стиснення) шматки матеріалу дробляться, при відході рухомої шоки (холостий хід) шматки матеріалу просуваються вниз під дією сили тяжіння і виходять з камери дроблення, якщо їх розміри стали менше найвужчої частини камери, званої вихідною метою, або займають нове положення, відповідне своєму новому розміру. Потім цикл повторюється.

Конструкція щічних дробарок порівняно проста і надійна, проте їх деякі специфічні особливості, про яких йтиметься нижче, примушували дослідників і конструкторів знаходити різні конструктивні рішення, поліпшуючі процес дроблення. Було запропоновано і здійснено багато різних кінематичних схем цих машин. Залежно від кінематичних особливостей механізму всі щічні дробарки можна розділити на дві основні груп.

- ✓ *Група I.* Дробарки, у яких рух від кривошипа до рухомої шоки передається певним кінематичним ланцюгом. При цьому траєкторіями руху рухомої шоки будучи частини дуги кола. Ці машини називаються щічні дробарками з простим рухом рухомої шоки.
- ✓ *Група II.* Дробарки, у яких кривошип і рухома шока або кривошип і одна з рухомих шік утворюють єдину кінематичну пару. В цьому випадку траєкторії руху точок рухомої шоки є замкнуті криві, в більшості випадків еліпси. Дробарки з такою кінематикою називаю щічними дробарками з складним рухом рухомої шоки

Конусні дробарки є високопродуктивними машинами. Їх широко використовують при переробці самих різних родних порід на всіх стадіях дроблення. Залежно від призначення конусні дробарки розділяють на дробарки для крупного дроблення на першій стадії (ККД), крупного дроблення на другій стадії (КРД), а також середнього (КСД) і дрібного (КМД) дроблення. Дробарки ККД і КРД використовують на крупних гірничо-збагачувальних комбінатах чорної і кольорової металургії, і тому в справжній книзі їх не розглядають. Дробарки КСД і КМД окрім цих галузей широко використовують в промисловості будівельних матеріалів для середнього і дрібного дроблення.

Дробильні машини, в яких матеріал руйнується між поверхнями двох валів, що обертаються назустріч один одному або між поверхнею валу і шоки, називаються валковими дробарками. Залежно від конструкції вони можуть бути з плоскою, рифленою або зубчатою поверхнею робочих органів - бандажів.

Простота обслуговування і конструкції деяких типів цих дробарок сприяли їх широкому використуванню на підприємствах по виробництву щебеня. Істотним недоліком валкових дробарок є інтенсивний і нерівномірний знос бандажів при обробці міцних і абразивних гірських порід. Бандаж зношується в основному в середній частині валу, що не дає можливості підтримувати стабільний розмір вихідної щілини на її довжині. Крім того, валкові дробарки володіють порівняно невисокою питомою продуктивністю, тобто продуктивністю, віднесеною до довжини валу.

Схема 1, 2, 3, 4, 5 - двохвалкова (дуже рідко трьохвалкові або чотирьохвалкові) з одним рухомим валом дробарка. Робочими органами цієї дробарки служать вали, що обертаються один назустріч іншому. Завантажений в дробарку матеріал захоплюється робочими поверхнями валів і захоплюється в простір, що звужується між ними, де і руйнується. Вісь одного з валів спирається на пружини, внаслідок чого при попаданні не дробленого предмету один вал може відходити від іншого, збільшуючи розмір вихідної щілини і пропускаючи через неї не дроблений предмет. Ця схема є найпоширенішою. По ній виготовляють більшість вітчизняних дробарок з гладкими і рифленими валяннями. Деякі зарубіжні машинобудівні фірми останнім часом в конструкції таких дробарок замість амортизаційних пружин використовують гідро- або пневмоциліндри.

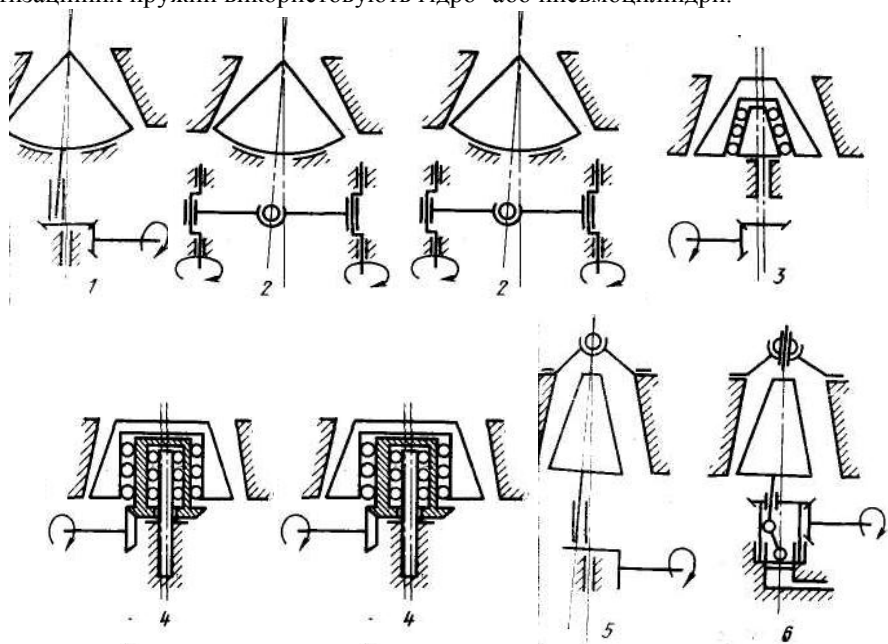


Рисунок 2.2 - Основні кінетичні схеми конусних дробарок середнього і дрібно-го дроблення

На рис. 2.3 приведені основні конструктивні рішення валкових дробарок.

По схемі 6 та 7 виконана валково-щічна дробарка гранулятор «Гравілор» фірми АБМ (Франція). На ексцентриковому валу на роликотідшипниках закріплений вал, фанерований бандажем з дрібними трикутними рифленнями. Нерухома щока у верхній своїй частині підвішена на осі, сполученій з бічними стінками корпусу. Нижня частина щоки спирається на плиту розпору, що складається з двох частин, сполучених між собою болтами. Болти служать запобіжниками і зрізаються при попаданні в камеру дроблення не дроблених предметів. Шарнірне кріплення щоки дозволяє регулювати зазор між нею і валом. Машина приз-

начена для приготування вапнякового щебеня з підвищеним вмістом зерен кубоподібної форми.

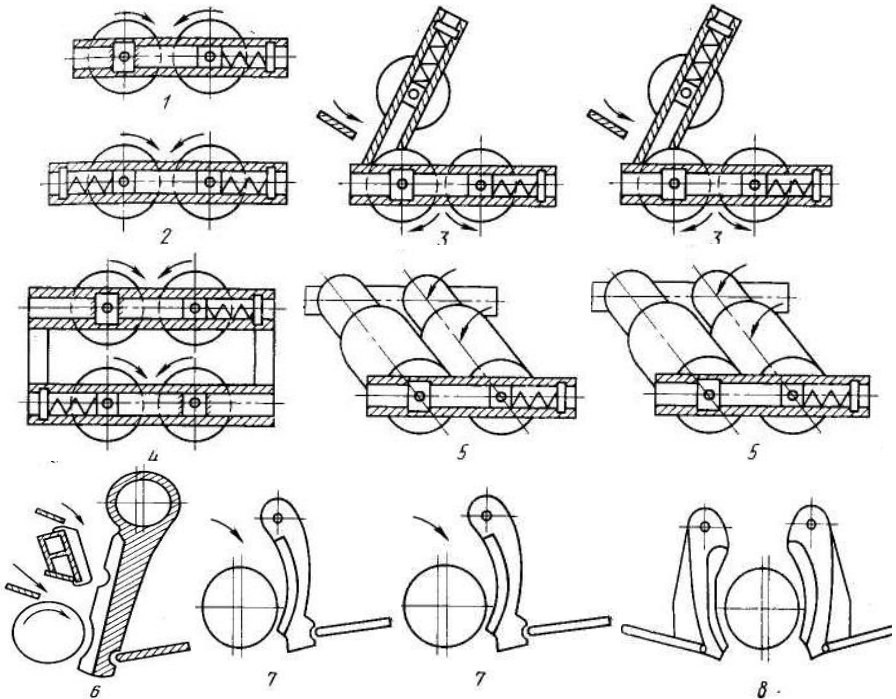


Рисунок 2.3 - Конструкційні схеми валкових дробарок

Схема 8 була розроблена в США і відома в технічній літературі під назвою валково-щіпна дробарка «Боно». Вузол кріплення валу принципово не відрізняється від вузла розглянутої вище схеми. У даній конструкції дві камери дроблення і поверхню робочих органів виконана гладкою. Наявність двох камер дроблення приблизно удвічі збільшує продуктивність машини порівнянню з дробаркою, виконаною по схемі 7. ВНПБудДормаш провів дослідження дробарки даної конструкції. Експерименти показали, що при певних режимах така дробарка може забезпечити приготування щебеня розміром до 20 мм із вмістом лещадних зерен до 15%. Проте було також встановлено, що дробарка легко запресовується вологим матеріалом, а в продукті дроблення міститься до 40 -45% зерен подрібненого матеріалу, що небажане при виробництві товарного щебеня

У дробарках ударної дії дроблений матеріал руйнується механічним ударом, при якому кінетична енергія рухомих тіл повністю або частково переходить в енергію їх деформації і руйнування. На відміну від розглянутих вище дробарок, що стискають шматок між двома поверхнями, що дроблять, в дробарках ударної дії шматок матеріалу піддається дії тільки з одного боку, а виникаючі

при цьому зусилля дроблення врівноважуються силами інерції маси самого шматка. Дробарки ударної дії застосовують в основному для подрібнення малоабразивних матеріалів середньої міцності, таких як вапняк, доломіт, мергель, вугіль, кам'яна сіль, і т.п. При дробленні цих матеріалів особливо виявляється висока ефективність дробарок ударної дії, а саме: великий ступінь дроблення, що дозволяє скоротити число стадій дроблення; низька металоємність; простота конструкції і зручність обслуговування; вибірковість дроблення і якісніший готовий продукт за формою зерен. По конструктивному рішенню основного вузла машини - дробарки ударної дії діляться на два основні типи роторні і молоткасті.

Роторні дробарки - це дробарки, що мають масивний ротор на якому жорстко закріплені змінні біла із зносостійкої сталі. Такі дробарки можна застосовувати для дроблення крупних шматків порівняно міцних матеріалів, тобто для первинного дроблення, а також на подальших стадіях. У ударі бере участь вся маса ротора, і саме це визначає відмітні особливості і властивості машин. Молоткасті дробарки - це дробарки, в яких дроблення здійснюється за рахунок кінетичної енергії окремих молотків шарнірно підвішених до ротора. Особливості цих машин визначаються конструкцією молотка. Роторні дробарки використовують на всіх стадіях переробки в щебневих заводах. Зерновий склад продукту дроблення регулюється в деяких межах зміною частоти обертання ротора, конструкцією і числом бив, вихідною щілиною і конфігурацією і числом відбійних плит або грат. Для раціональнішого використання роторних дробарок провідні машинобудівні фірми і підприємства виготовляють дробарки спеціальних модифікацій, призначені тільки для крупного середнього або дрібного дроблення. Молоткасті дробарки в промисловості будівельних матеріалів використовують в основному для середнього і дрібного дроблення. Розмір продукту дроблення цих машин регулюється зміною частоти обертання ротора, кількістю і формою молотків, зазором між колосниками, і також відстанню між колом обертання молотків ротора і колом колосників грат. Тому у ряді випадків одна і та ж модель може використовуватися як для приготування щебеня розміром до 235 мм, так і (після відповідної перебудови) для виробництва вапнякової муки, використовованої в сільському господарстві і дорожньому будівництві. Проте частіше всього молоткасті дробарки виготовляють для якої-небудь однієї області застосування, унаслідок чого машинобудівні фірми США і ФРН підрозділяють їх на молоткасті гранулятори (*granulator*) і молоткасті млини (*pulverizez*), причому до грануляторам відносять машини, що поставляються в основному без колосникових грат. При видачі матеріалу рівної максимальної крупної в продукті дроблення молоткастих дробарок подрібнених зерен буде значно більше, ніж в продукті дроблення роторних дробарок.

Принцип дії дробарок обох типів практично однаковий і полягає в наступному. Початковий матеріал завантажується в дробарку зверху і під дією сили тяжіння вільно падає або ковзає по лотку і потрапляє на ротор, що швидко обертається. Під дією удару робочої поверхні біла або молотка шматок руйнується і його частини широким сектором ( $\sim 90^\circ$ ) відкидаються на футеровку - відбійні

плити або колосники, створюючи камеру дроблення. Ударяючись об футеровку, матеріал додатково подрібнюється і, відображаючись, знову потрапляє на ротор. Це повторюється багато разів до тих пір, поки шматки матеріалу, досягнувши певного розміру, не вийдуть крізь вихідну щілину або щілину колосникових ґрат на розвантаження. У ряді випадків шматок матеріалу, одержавши ексцентричний удар, починає обертатися навколо свого центру тяжкості з швидкістю, близькою до швидкості робочого органу дробарки, тобто 30 м/с, і руйнується від дії відцентрових сил, оскільки при цьому в шматку матеріалу виникає напруження порядку  $\sigma = 100 \text{ кгс/см}^2$ , що перевищує межу міцності при розтягуванні для багатьох матеріалів. Таким чином, у всіх дробарках ударної дії шматки матеріалу подрібнюються від удару об швидко рухомий робочий орган, зіткнення шматків один об одного, удару об нерухому футеровку камери дроблення і під дією відцентрових сил. У молоткастих дробарках деяка частина матеріалу руйнується стиранням при остаточному руйнуванні шматків на колосникової ґратах.

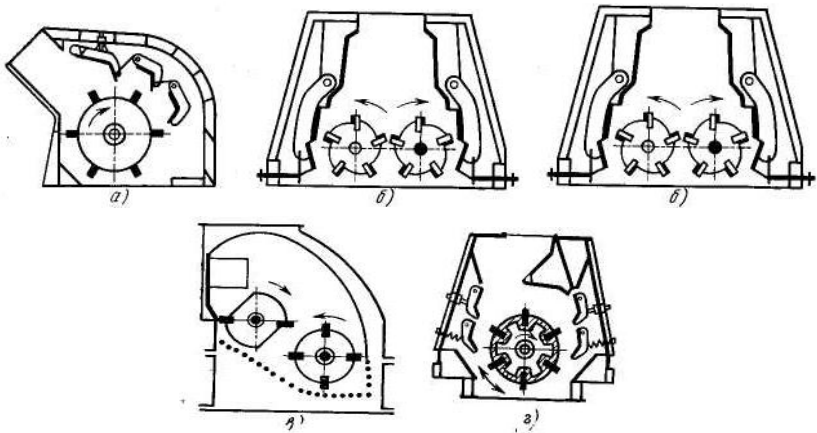


Рисунок 2.4 - Основні конструктивні схеми роторних дробарок:

а- однороторна; б- двороторна паралельного дроблення; в- двороторна послідовного дроблення; г- однороторна реверсивна

Для ефективного руйнування дробленого матеріалу підбирають певні окружні швидкості ротора, що забезпечують необхідну кінетичну енергію билам; звичайно цю швидкість вибирають в межах 20-50 м/с. При таких високих окружних швидкостях в роторі виникають великі ударні навантаження і навантаження від відцентрових сил, тому конструкція самого ротора змінних деталей бив і їх кріплень повинна забезпечувати високу надійність роботи ротора і зручність його обслуговування

### 2.3.1.2 Грохочення подрібненого матеріалу (сортуння)

Процес грохочення подрібненого матеріалу виконується за допомогою грохотів. Робочими поверхнями грохотів можуть бути сито, решето та колосни-

ки. До сит відносять просіваючі поверхні, утворені шляхом плетіння проволоч і зварки окремих прутків (рис. 2.5, а г, з); до решіт - металеві листи з отворами, які можна виконувати шляхом штампування (рис. 2.5, д) або перфорації (рис. 2.5, е). Іноді решета важкого типу роблять литими або набирають з окремих колосників (колосникові решета). При обезводненні різного роду матеріалів на грохотах застосовують шпальтові сита (рис. 2.5, ж), які звичайно виготовляють з некородуючих матеріалів.

Від якості і конструктивних особливостей сита або решіток в значній мірі залежать технологічна і економічна ефективність процесу грохочення. Основний вплив на технологічну ефективність роблять точність розмірів отворів сита або решета і коефіцієнт світлової поверхні. На економічну ефективність процесу грохочення впливає зносостійкість просіваючих поверхонь.

Характер процесу грохочення міняється залежно від порядку розташування сит на гуркоті в одному або декількох ярусах (рис. 2.6). При послідовному розташуванні сит в одному ярусі (рис. 2.6, а) грохочення виробляється за принципом від дрібного до крупного, тобто спочатку просіваються дрібніші частинки - потім крупніші. Грохоти, побудовані за таким принципом забезпечують зручний відбір готових продуктів з під сит, але володіють рядом принципових недоліків. Якість грохочення на першому ситі через присутність великої кількості крупних зерен недостатньо висока, а саме сито схильне до підвищеного зносу. Довжина гуркоту виходить надмірно великою що утрудняє забезпечення оптимальних параметрів коливання при необхідній надійності конструкції гуркоту.

При розташуванні сит в різних ярусах (рис. 2.6, б) здійснюється грохочення від крупного до дрібного. По кожному сити при цьому проходить матеріал, контрольований за розміром. Це обумовлює оптимальні умови грохочення і помірний знос сит. Грохоти, виконані по такій схемі, найбільш компактні. Комбіноване розташування сит (рис. 2.6, в) також забезпечує компактність гуркоту і дозволяє одержувати при двох ярусному розташуванні і трьох ситах чотири фракції матеріалу. Проте робоча довжина сит в цьому випадку істотно скорочується, що веде до погіршення якості сортування.

За принципом дії грохоти поділяють на вібраційні та гіраційні (ексцентрикові), інерційні похилі, інерційні горизонтальні (самобалансні).

Конструкції гіраційних грохотів розрізняються числом ярусів сит, способами їх кріплення і типом пружних зв'язків. Вітчизняні гіраційні грохоти виконують двох'ярусними. Більше число ярусів викликає труднощі при розподілі одержуваних продуктів грохочення. Амплітуда коливань короба гіраційного грохоту задається ексцентриситетом валу і залишається незмінною при будь-яких нахилах. Така особливість позитивно впливає на показники грохочення, але часто (при перевантаженнях гуркоту) призводить до істотного підвищення динамічних зусиль, сприйманих підшипниками і елементами короба. Друга особливість гіраційного грохоту полягає у тому, що інерційні сили короба (баз навантаження), що коливається, можуть в значній мірі або повністю зрівноважити контрвантажами, посадженими на валу ексцентрикового механізму.



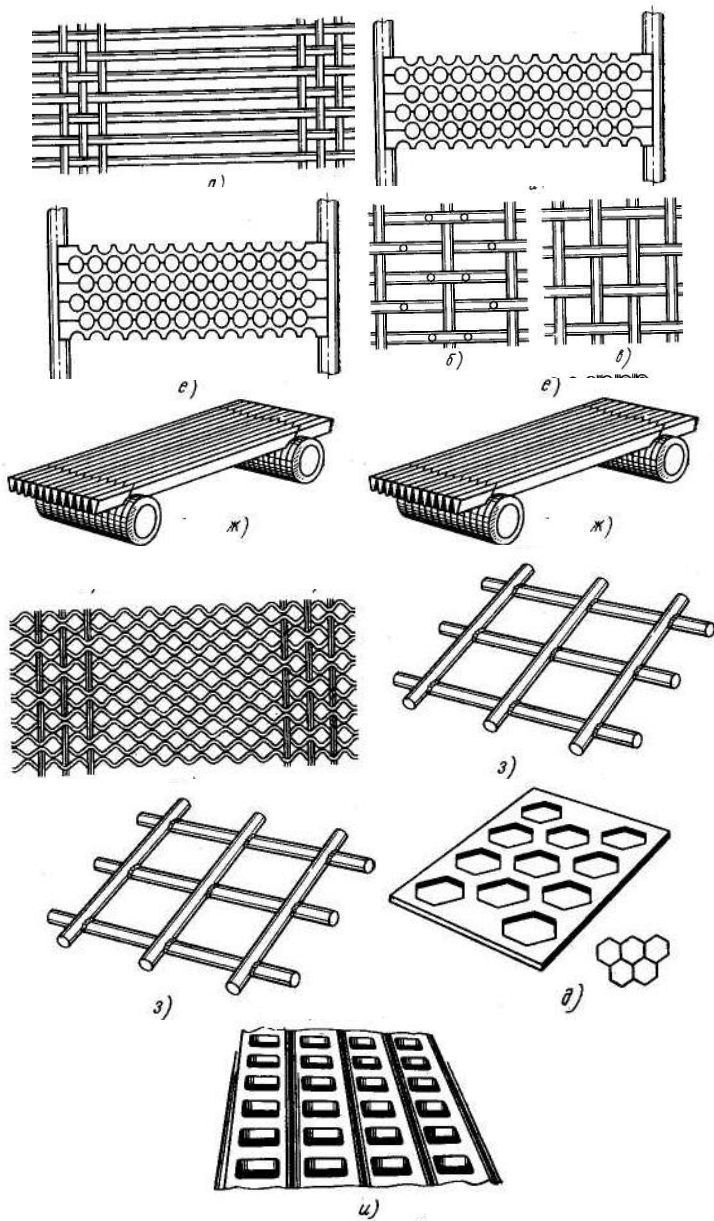


Рисунок 2.5 - Типи просіваючих поверхонь

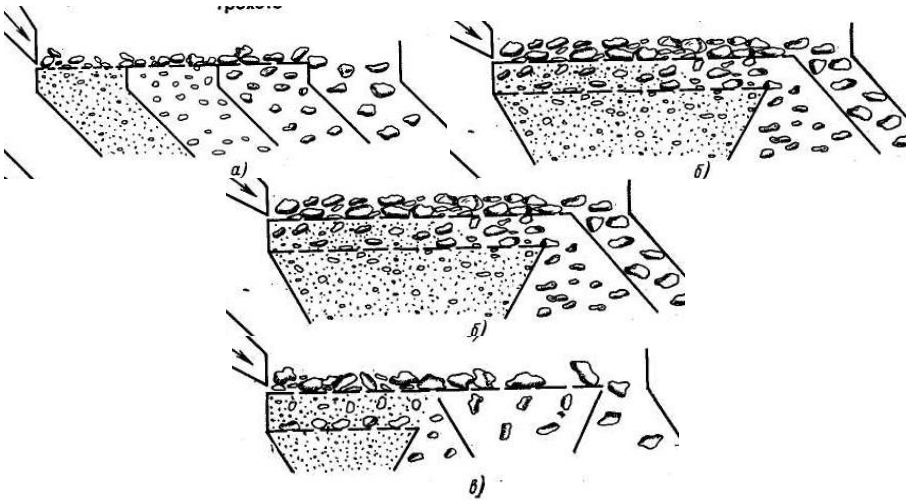


Рисунок 2.6 - Схема розташування грохотів

Інерційний грохот унаслідок жорсткості кінематичних зв'язків ексцентрикового механізму з коробом гуркоту сприймає неамортизовані удари матеріалу, що просівається. У інерційному грохоті удари матеріалу амортизуються м'якими пружними зв'язками, на які вільно спирається короб грохоту. Вигідні динамічні властивості інерційних віброгрохотів і простота їх конструкції сприяють більшій уніфікації, надійності і зручності обслуговування.

За останній час спостерігається тенденція як за рубежом, так і особливо в СНД до заміни гіраційних грохотів на інерційні.

### 2.3.1.3 Збагачення кам'яного матеріалу

Збагачення кам'яного матеріалу виконують за наступними ознаками: за формою та розміром зерен, за вмістом домішок, за міцністю, за недоліками структури (тріщини, пори і т.і.).

Збагачення за розміром виконують за умов додаткового грохочення із вузьким інтервалом сит (отворів суміжних сит). Збагачення за формою має мету видалити із загальної кількості матеріалу лещадні (ширина та довжина зерна щебеню значно перевищує його товщину) та голкоподібні (довжина зерна щебеню значно перевищує його товщину та ширину). Це виконується на щільових ситах. Також кубоподібну форму зерну надають за допомогою грануляції. У барабаних грануляторах при обертанні барабана продукт крупною до 150 мм захоплюють ліфтери і піднімають. Не досягнувши верхньої крапки, шматки скачуються з ліфтерів і падають на шар матеріалу, що знаходиться внизу. Крім того, при обертанні барабана матеріал у верхніх шарах перекочується. Завдяки цьому тонкі лещадні зерна розламуються, гострі краї обломлюються, і форма щебеня поліпшується.

Збагачення кам'яного матеріалу за механічними властивостями викону-

ється на механічних класифікаторах. Механічні класифікатори бувають двох конструкцій - плоскі (плиткові) (рис. 2.7, а) і барабанні (рис. 2.7, б). У барабанних (одно- і двохбарабанних) щєбінь або гравій по вібролотку зсипається окремими зернами на криволінійну поверхню барабана, що обертається за годинниковою стрілкою. При зіткненні з поверхнею барабана, що обертається, зерна відкидаються з великою силою в різні боки - пружні вліво, не пружні управо. Плоский класифікатор складається з похилої сталеві плити про вібратором і бункери з віброживильником. Зерна падають на плиту і відскакують від неї. Міцні, які володіють великою пружністю, відскакують на велику відстань, а слабкі - на меншу. Нахил плити можна регулювати. Оскільки міцніші зерна мають велику пружність і менший коефіцієнт тертя в порівнянні із слабкими, менш міцними, то очевидно характеристикою пружності можна прийняти коефіцієнт відновлення. При падінні щєбеня на сталеву поверхню зерна відскакують від неї під центральним кутом  $\alpha$ , який рівний куту падіння. Збагаченням щєбеня на механічному класифікаторі можна одержати продукт із змістом слабких різниць менше 15% тільки при вмісті слабких різниць в початковому щєбені менше 30%.

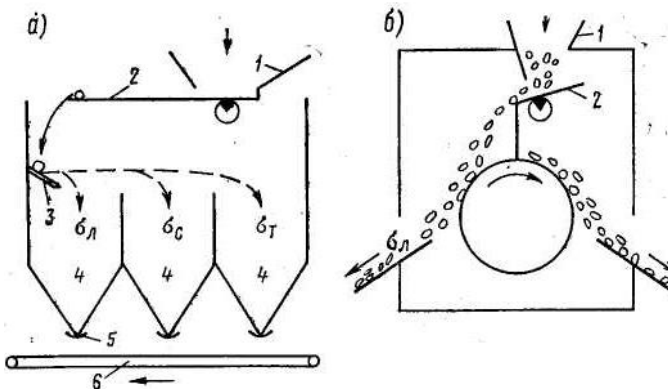


Рисунок 2.7 - Схема дії класифікаторів:

а- із сталеві плитою; б- із сталевим барабаном, що обертається; 1- приймальний бункер; 2- віброживильник; 3- сталеві плита; 4- відсіки бункера готової продукції по міцності зерен; 5- затвор бункера; 6- стрічковий конвеєр

Видалення домішок та зерен інших порід виконується в відсадних машинах та у важких суспензіях. Технологічний процес у відсадних машинах оснований на тому, що зерна різної міцності мають різну густину. Процес розділення таких зерен на грохотах в попеременно висхідному і низхідному потоках води називають відсадженням. Збагачення крупного щєбеня (гравію) у важких суспензіях більш дорогий, його застосування повинне бути обгрунтоване техніко-економічними розрахунками. Як правило, осадкові породи мають непостійну міцність через наявність слабких різниць разом з високоміцними прошарками. Швидкість руху зерна під впливом сили тяжіння в рідинах з незначним коефіці-

ентом в'язкості визначається величиною і формою цього зерна, ефективною густиною (різницею в густині рідини і зерна). Для приготування мінеральних суспензій застосовують магнетит, ферросиліцит або їх суміші. Мелений магнетит - чорний тонкозернистий порошок володіє високою магнітною проникністю, що в значній мірі полегшує його регенерацію. Ферросиліцит також подрібнюють в тонкодисперсний порошок. Це дуже дорогий об'єктивувач, його звичайно застосовують в суміші з магнетитом. Устаткування для збагачення щебеня у важкій суспензії ділиться на чотири групи: у одних відбувається безпосереднє збагачення, інші призначені для регенерації суспензії, інші для контролю і регулювання густини суспензії і для допоміжних операцій.

Іноді видалення домішок за допомогою вологи не можливо, з точки зору технологічного процесу. Тоді використовують сухі способи виділення глинистих домішок. Іноді промивку не можна включити в технологічний процес КДЗ через відсутність води або гірська маса, що поступає на переробку, засмічена великою кількістю крупно-обломкової глини, яку неможливо відмити. У таких випадках вдаються до сухого видалення глини. Можливі способи, засновані на різниці в пружних властивостях щебеня, гравію і глини; на відмінності коефіцієнтів тертя у гравію, щебеня і глини; на принципі накладення глини. Є пропозиції за комбінованим способом очищення кам'яних матеріалів.

#### 2.3.1.4 Промивання кам'яного матеріалу

Збільшені вимоги до чистоти заповнювачів бетону, а також прогресуюче виснаження родовищ щодо чистих нерудних матеріалів зумовлюють необхідність застосовувати процес промивки. Для промивки корисної копалини застосовують різноманітні машини. Промивальні машини, що знайшли застосування в нерудній промисловості, підрозділяють на наступні типи: похиле і горизонтальне миття у кориті, барабанне (циліндрові) миття (скрубери), вібраційне миття.

Миття у кориті. По конструкції робочих органів миття у кориті підрозділене на лопатеві, шнекові і шабельні, а по числу робочих валів - на одно- і двох-вальні. Похиле двох-вальне миття у кориті набуло найбільше поширення в нерудній промисловості. Вони з успіхом працюють на промивці середньпромивистих матеріалів з крупною шматків до 70 (іноді до 150) мм. Мийка коритоподібного типу складається з металевого корпусу (корита) прямокутного перетину, в якому змонтовані два лопатеві вали, що обертаються в протилежні сторони з однаковою кутовою швидкістю. Вали приводяться в обертання електродвигуном через закритий редуктор з великим передавальним числом. Іноді мийки коритоподібного типу мають подвійне дно, верхні листи якого перфоровані. Через ці отвори подаються висхідні потоки води, сприяючи кращому розмиванню глинистих включень. Нижні підшипники валів виконані з водянним мастилом, яке подається під тиском, що перешкоджає проникненню абразивної пульпи всередину підшипника. Робочі лопаті звичайно виготовляють із спеціальних зносостійких марок чавуну або стали. Об'єм пульпи в кориті регулюється бічним затвором.

Барабанні промивальні машини. Барабанні промивальні машини різнома-

нітні по конструктивних рішеннях. Їх виконують у вигляді циліндрових мийок-сортувальників, глухого барабану-скруберу і скруберів-бутар, що є комбінацією скрубера і циліндрового або конічного грохоту.

Найперспективнішими для нерудної промисловості є скрубери, оскільки прагнення сумістити дві технологічні операції (промивку і сортування) на одній машині виявляється нерациональним. Машина стає вельми громіздкою, а якість сортування при цьому виходить недостатньо високою. Кращі результати одержують при роздільних операціях: промивки - в скруберах і сортування - на віброгрохотах з додатковою промивкою (обполіскуванням) матеріалу.

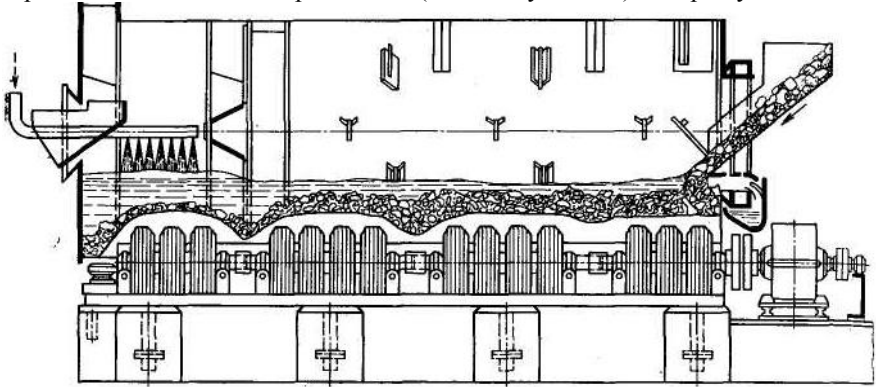


Рисунок 2.8 - Принципова схема прямогочного барабана фірми Еш-Верке

На барабані застосований новий вельми ефективний привід від автомобільних пневматичних коліс. Звичайно важкі скрубери приводяться в обертання через венцові і підвенцові шестерні. При роботі привід такого роду видає великий шум, досить швидко зношується і внаслідок цього потребує періодичного регулювання. При використуванні приводу від автомобільних коліс барабан не вимагає точного регулювання і працює порівняно безшумно і вельми надійно. Привід від автомобільних коліс за останній час набуває досить широке поширення на скруберах важкого типу.

Вібраційні промивальні машини. Прототипом вібраційно промивальних машин можуть служити звичні віброгрохоти, обладнані бризкаючими пристроями. Подібні грохоти широко застосовують і сьогодні, але, як правило, в поєднанні з власне промивальними машинами. Ефективність грохотів як промивальних машин невелика, тому їх застосування обмежується переробкою легкопромивистих матеріалів. За останні роки набувають поширення спеціальні вібраційні промивальні машини. Їх успішно застосовують на промивці матеріалів з шматками максимальної крупної до 50 - 100 мм переважно середньої промивистості. За рубежем найбільш відома вібраційна промивальна машина фірми Драгон (Франція) продуктивністю 60-150 т/год залежно від крупності і забрудненості матеріалу, що промивається. Робочим органом вібромойки служать дві паралельно розташовані труби діаметром 915 мм і завдовжки 4 м. Нижня частина

труб має отвори діаметром 6-15 мм для видалення шламів. Труби сполучені траверсами торців, до яких прикріплені пружинні підвіски. Вібратор, розташований між двома робочими трубами, порушує кругові коливання в площині, перпендикулярній подовжнім осям труб. У розвантажувальних торців труб є підпирні стінки, зміною висоти яких регулюють продуктивність і інтенсивність промивки. Транспортний ефект матеріалу забезпечується комбінованою дією вібрацій, підпором завантаженого матеріалу і невеликим кутом нахилу робочих труб у бік розвантаження (до 3 град)

Гідрокласифікатори вертикального типу. До найвідоміших вітчизняних гідрокласифікаторів вертикального типу відносяться гідрокласифікатори конструкцій ВНПГС і ВНПЗалізобетону, які є прямоточними, оскільки початкова водо-піщана суміш і висхідний потік води, що подається на класифікацію, мають однаковий напрям руху - від верху до низу. Класифікатор складається з корпусу, що спирається на чотири стійки, і ряду приєднаних до нього пристроїв: зливного колектора, відбивача зовнішнього конуса камери класифікації і водяного колектора. Ефективність класифікації в апаратах такого типу залежить від витрати води і продуктивності. Із збільшенням продуктивності ефективність класифікації падає. В середньому вона коливається в межах 60 -70%. Загальним недоліком вертикальних класифікаторів є нестабільність межі розділення, що викликається зміною продуктивності (по піску) або зміною густини пульпи. Це відбувається тому, що із збільшенням продуктивності збільшується число частинок, що доводяться на одиницю площі поперечного перетину класифікаційної камери. Корисна (вільна) площа перетину при цьому зменшується, швидкість висхідних струмів води (при постійній її витраті) збільшується, а це викликає підвищення межі крупної розділення фракцій. Недотримання стабільності зернового складу видаваних фракцій піску погіршує його якісну характеристику. Такі класифікатори практично видають тільки одну товарну фракцію піску, оскільки дрібна фракція забруднена шламами потребує додаткового збагачення.

Гідрокласифікатори горизонтального типу. У гідрокласифікаторах горизонтального типу частинки по їх крупній розподіляються в горизонтальному потоці водо-піщаній суміші. Найперспективнішими апаратами для розділення піску на декілька фракцій є багатоканальні класифікатори. Ці апарати розділені на дві групи: класифікатори з вільним падінням зерен і класифікатори з обмеженим падінням зерен.

Класифікатори вільного падіння застосовують для відносно грубої класифікації пісків на декілька фракцій. Гідрокласифікатори вільного падіння, є жолобом призматичного або пірамідального перетину, що розширюється у бік розвантаження. Жолоб в деяких конструкціях роздільний поперечними перегородками на камери, кожна з яких забезпечена незалежним розвантажувальним пристроєм. У останніх конструкціях подібних апаратів перегородки в жолобі звичайно не ставлять. Хоча ефективність роботи таких класифікаторів невисока, але велике число фракцій дає можливість, оперуючи їх кількісним співвідношенням, створювати необхідні суміші піску. Найточніше розділення піску на фракції забезпечують гідрокласифікатори горизонтального типу з обмеженим

падінням зерен, які широко використовують в США і у ряді інших країн на збагаченні будівельних пісків, звиваних як заповнювачі високо-марочних бетонів.

### 2.3.1.5 Зневоднення кам'яного матеріалу

Зневоднення нерудних матеріалів є завершальним етапом мокрого процесу збагачення будівельних пісків і дрібних фракцій щебеня і гравію. По своєму характеру процес зневоднення дрібних заповнювачів має дві стадії:

- ✓ зневоднення для додання матеріалам транспортабельних властивостей при їх переміщенні по стрічкових конвеєрах;
- ✓ глибоке зневоднення для усунення можливості змерзання одержуваних матеріалів в зимовий час.

При першій стадії зневоднення з матеріалу віддається тільки вільна (не зв'язана) волога, яка сприяє утворенню зворотної течії із стрічок похилих конвеєрів. При другій стадії обезводнення необхідно видаляти майже всю поверхневу вологу з частинок. Такий процес вельми складний і по суті є проблемним. Складність процесу посилюється двома причинами: вельми великим об'ємом переробки матеріалів і їх відносно низькою ціною, що виключає можливість використання дорогого і малопродуктивного процесу сушки.

Клас зневоднюючих машин і апаратів надзвичайно різноманітний. Зневоднюючі машини можна розділити на три основні групи: вібраційні зневоджувачі (зневоднюючі грохоти); спіральні зневоджувачі; відцентрові зневоджувачі (центрифуги).

Вібраційні зневоджувачі. Вібраційні зневоджувачі є по суті віброгрохотами із спеціальними фільтруючими поверхнями, встановлюваними замість сит. Найбільш поширені зневоднюючі грохоти з горизонтально розташованими фільтруючими поверхнями. Похилі віброгрохоти для цього випадку менш придатні, оскільки частина води, що виділяється з матеріалу, стікає по похилих фільтруючих поверхнях і потрапляє в продукт. Високочастотний віброзневоджувач створює направлені прямолінійні коливання. Робочою поверхнею зневоджувача служать шпальтові сита з просвітом щілини 0,2-0,3 мм. Гуркіт звичайно встановлюють з кутом підйому 3°. Короб електромагнітного зневоджувача має особливо високу жорсткість, а тому є вельми масивним. Вібраційні обезвожувачі доцільно застосовувати на обезводненні піску для транспортабельної вогкості після гідравлічних класифікаторів або піскомиєк, тобто в тих випадках, коли пісок чистий і не потребує дешламації, а також на обезводненні дрібних фракцій щебеня і гравію після мокрих процесів грохочення.

Відцентрові зневоджувачі (центрифуги). У відцентрових зневоджувачах матеріали ефективно зневоднюються в результаті інтенсивної дії на вологу відцентрових сил, в декілька десятків, а іноді і сотень раз перевищує гравітаційну силу. З великої різноманітності центрифуг для нерудної промисловості представляють інтерес фільтруючі центрифуги з безперервним вивантаженням осаду - інерційні і віброцентрифуги. Останні слід віднести до перспективніших, оскільки комбінована дія поля відцентрових сил і сил вібрації сприяє розпушуванню, рівномірному розподілу зневодненого матеріалу по фільтруючій поверхні, вна-

слідок чого інтенсивно відділяється волога. Робочим органом її є ротор з внутрішньою фільтруючою поверхнею, що має форму усіченого конуса. Ротору окремими приводами повідомляються обертання навколо горизонтальної осі і прямолінійні коливання уздовж осі валу. Початковий матеріал поступає через завантажувальну і розподільну вирви в праву частину ротора. Під дією обертання і вібрації ротора матеріал рівномірно розподіляється по його фільтруючій поверхні і, переміщаючись вліво (у бік більшого діаметру), розвантажується. Віджати фугат проходить крізь щільні отвори шпальтового сита і віддаляється. Інерційні центрифуги відрізняються від описаної відсутністю віброприводу. Як найкращі технологічні показники зневоднюючого віброгрохота забезпечуються при направлених прямолінійних коливаннях, частоті 1000 коливань/хвилину і амплітуді коливань 3,7 мм і при вугіллі підйому (у бік розвантаження) площини робочої поверхні в 2°.

Спіральні зневоджувачі і дешламатори. Спіральні зневоджувачі найбільш поширені в нерудній промисловості при мокрих процесах збагачення будівельних пісків, особливо за рубежем. Ці машини відрізняються простою конструкцією, надійністю і достатньо високою ефективністю. Вони володіють тією чудовою властивістю, що одночасно виконують по суті три технологічні операції: промивку піску, видалення забруднюючих домішок (шламів) і обезводнення. Інакше кажучи, здійснюють повний цикл збагачення будівельного піску в тих випадках, коли пісок не потребує коректування зернового складу.

Встановлено, що щєбін і гравій крупною 5-10 і 5-20 мм вдається зневоднити при центрифугуванні до незамерзаючого стану (до вогкості (0,5-0,8%) при чиннику розділення (під чинником розділення розуміють відношення відцентрового прискорення прискоренню вільного падіння), рівному 80-90. Будівельні піски на центрифугах зневоднити до незамерзаючого стану не удається. Залишкова вогкість пісків коливається в межах 5-8%. Проте обезводнення пісків на центрифугах доцільне в поєднанні з іншими способами, на. приклад підсушить, оскільки при цьому велика частина вологи з піску віддалятиметься відносно дешевим механічним способом.

До недоліку звичних фільтруючих центрифуг відноситься інтенсивний знос їх робочих (фільтруючих) поверхонь. Цей недолік особливо виявляється при обезводненні високоабразивних матеріалів: гранітного щєбеня, гравію і кварцового піску. При чиннику розділення, рівному 90, вона приблизно в 80 разів перевищує силу тяжіння, що і викликає інтенсивне тертя і знос фільтруючої поверхні. З цієї причини інерційні і вібраційні центрифуги практично можна використовувати тільки на обезводненні дрібних фракцій щєбеня з осадкових порід (вапняків), абразивна яких порівняно невелика. Надмірно великий знос фільтруючих поверхонь при обезводненні гранітного щєбеня і кварцових пісків примушує шукати інші рішення центрифуг, в яких виключалася б можливість переміщення матеріалу по фільтруючій поверхні.

### 2.3.1.6 Виробництво важкого піску

В процесі отримання якісного фракційного щєбеню на КДЗ отримують



важкий пісок (його іноді називають - дроблений пісок або відсів). Сортовий роздроблений пісок відповідає розмірам отворів контрольних сит 1,25 і 0,63 мм. Залежно від міцності роздроблений пісок готують двох марок: 800 - з вивержених метаморфічних і осадових порід з межею міцності при стисненні не нижче 80 МПа (ГОСТ 8267-75) або гравію з показником дробленої не вищий  $D_r = 8$  (ГОСТ 8268-74); 400 - з осадових і метаморфічних порід з межею міцності при стисненні не нижче 40 МПа (ГОСТ 8267 -75) або з гравію з показниками дробленої не нижчий  $D_r = 16$  (ГОСТ 8268-74). У гірських породах, використовуваних для приготування піску, масова частка слабких і вивітрілих різновидів не повинна перевищувати 10%.

### 2.3.1.7 Виробництво мінерального порошку

Іноді КДЗ оснащується обладнанням для отримання мінерального порошку. Мінеральний порошок є тонкоподрібнений продуктом з вапняків, доломіту, доломітизованих вапняків і інших карбонатних порід, задовольняючий вимогам ГОСТ 16657-71. Розрізняють активовані і неактивовані порошки. Для активації при подрібненні карбонатних гірських порід вводять суміш бітуму і поверхнево-активних речовин. Активовані мінеральні порошки володіють гідрофобними властивостями і відповідають підвищеним вимогам пористості бітумоємкості. Пористість таких порошоків повинна бути не вищою 28% об'єму, показник бітумоємкості - не більш 45 г/100 см<sup>2</sup> (абсолютного об'єму).

Технологія приготування мінерального порошку може бути циклічна і безперервна. Безперервне приготування спрощує технологію, зменшує кількість допоміжного устаткування - транспортерів, живильників, бункерів. Щебінь розміром 20-40 мм поступає з складу у витратний бункер і тарельчатим живильником подається в сушильний барабан. Звідси після нагріву просушений щебінь завантажують в бункер, а з нього - в лопатевої змішувач примусової дії, куди подають насосом бітум і ПАВ. Після ретельного перемішування в змішувачі щебінь направляють в кульовий млин, звідки вже у вигляді порошку транспортером (гірше) або пневмотранспортером (пневматичним гвинтовим насосом) транспортують на склад. Активованій порошок не боїться відкритого зберігання. Для зручності вантаження його зберігають на силосному або бункерному складі. Процес виготовлення включає наступні основні операції: дроблення, просушування і помел кам'яного матеріалу, що переробляється. Для підвищення ефективності і відповідно економічності роботи млина процес помелу ведеться паралельно з повітряною сепарацією розмолотого матеріалу. Повітряна сепарація дає можливість одержувати продукт із заданою тонкістю помелу. Виготовлений мінеральний порошок може бути використаний по двох технологічних схемах. У випадку, якщо мінеральний порошок йде безпосередньо для приготування асфальтобетонної суміші, він по транспортних лініях поступає в спеціальну сміську у змішувача, звідки подається в пристрій дозування змішувача. За умов приготування активованого порошку його обробляють органічним в'язучим.

### 2.3.2 БАЗИ БІТУМНИХ МАТЕРІАЛІВ

Для приготування асфальтобетонних і бітумно-мінеральних сумішей, а також бітумних емульсій та мастик використовують бітуми нафтові дорожні в'язкі (ГОСТ 11954-66) і бітуми нафтові дорожні рідкі (ГОСТ 11955-66).

В'язкі дорожні бітуми підрозділяють на марки: БНД-200/300; БНД-130/200; БНД-90/130; БНД-60/90; БНД-40/60. Рідкі дорожні бітуми ділять на два класи: бітуми, що густіють з середньою швидкістю (СГ) і поволі густіючі бітуми (МГ). Кожен клас рідких бітумів підрозділяють на наступні марки: для класу СГ-СГ-15/25; СГ-25/40; СГ-40/70; СГ-70/130; СГ-130/200; для класу МГ- МГ-25/40; МГ-40/70; МГ-70/130; МГ-130/200.

Технологічний процес підготовки бітуму до застосування на асфальтобетонних заводах і бітумних базах здійснюють, як правило, по триступінчатій схемі температурної дії: 1) підігрів бітуму в сховищах до температури 40-50°, що забезпечує надходження його самопливом з сховища в приямок; 2) підігрів бітуму у приямку до температури 80-90°, при якій його можливо перекачувати насосами в бітумно-плавильні агрегати; 3) обезводнення і нагрів бітуму в бітумно-плавильних агрегатах до робочої температури 140-160°.

Циклічний триступінчатий метод теплової обробки бітумів із застосуванням, зокрема, бітумно-плавильних котельних агрегатів характерний великою тривалістю теплової дії на бітум, що приводить до погіршення показників прийнятого до переробки початкового бітуму. При цьому відбувається процес полімеризації бітуму, частина масел переходить в смоли, спостерігається випаровування легких фракцій вуглеводнів, чим порушується груповий склад початкового бітуму.

Іноді при будівництві автомобільних доріг та возведенні штучних споруд на них використовують кам'яновугільний дьоготь, але його використання обмежено екологічними вимогами.

#### 2.3.2.1 Транспортування бітуму

Нафтові бітуми поступають до споживача по залізниці в спеціальних піввагонах-бункерах або в цистернах і за допомогою автомобільного транспорту. Як транспортні засоби застосовують залізничні цистерни-термоси вантажопідйомністю 50, 60 і 80 т, бункерні піввагони 40-60 т з чотирьох-шести секцій (бункерів). У бункерних піввагонах зроблені подвійні стінки, між ними пропускають пару при розігріванні. Кожен бункер піввагона перекидають лебідкою на широкий лоток, по якому скачується грудка бітуму або стікає (залежно від ступеня нагріву).

Для перевезення бітумів з нафтопереробних заводів на відстань до 300 км використовують автобітумовози вантажопідйомністю 15, 14, 22 і 40 т. У бітумовозах бітуми перевозять як в гарячому стані, так і при низьких температурах. Автобітумовоз встановлений на шасі напівпричепи до автомобіля і складається з металевої цистерни з бітумопроводом, опалювальною системою, бітумним насосом і іншим допоміжним устаткуванням. Для обігріву цистерни служать жа-

рові труби, у вхідних отворів яких укріплені камери згорання. Паливо у форсунках розпилюється стислим повітрям. Цистерна автобітумовоза покрита теплоізоляцією з скловати і металевою обмурівкою. Бітум в цистерну закачують насосом через верхній люк або нижній патрубок, або заливається через верхній люк самоплив. Зливається бітум через нижній люк, або по трубопроводу, призначеному для зливу. Цистерна бітумовоза – зварна, з листової сталі завтовшки 1 мм еліптичної форми. Для зменшення гідравлічних ударів при гальмуванні машини є п'ять поперечних перегородок - хвилерізів.

Бітум, що поступає в залізничних вагонах, перед вивантаженням нагрівають до температури, що забезпечує вивантаження з вагону при його перекиданні. Достатньо розігріти бітум у стінки бункера. Після розігрівання бункер перекидають, і бітум скидають в бітумосховища

#### 2.3.2.2 Технологічне обладнання

Устаткування для зберігання і переробки бітуму на спеціальних базах органічних матеріалів складається з бітумосховища, бітумно-плавильних агрегатів, насосів, бітумопроводів для транспортування бітумів від бітумосховища до бітумно-плавильних агрегатів і від останніх до складів готової продукції (бітумосховища).

Бітумосховище. Бітум поставляють до споживача цілорічно, тоді як бази бітумних матеріалів працюють, як правило, в літній період часу. Тому потрібні бітумосховища, місткість яких може у ряді випадків перевищувати нормативний запас. Згідно нормам на АБЗ встановлюється кілько-денний запас бітуму, в залежності від потужності виробництва.

Бітумосховища будують тільки закритого типу, оскільки в бітумосховищах відкритого типу бітум інтенсивно обводнюється. Це приводить до різкого збільшення витрати тепла на його нагрів і обезводнення, скороченню продуктивності бітумно-плавильних агрегатів і погіршенню властивостей бітуму. За принципом розташування бітумосховища можуть бути прирейкові, коли бітум прибуває по залізниці в бункерах або цистернах, і притрасові, коли бітум з нафтопереробного заводу або з прирейкового бітумосховища доставляють в сховище, розташоване поблизу дороги, берегові (прибережні, розташовані поблизу судноплавних річок). Бітумосховища можуть бути стаціонарними місткістю від 500 до 3000 т і пересувними - металеві цистерни із зміювиками для нагріву бітуму місткістю 25-50 т, вживані звичне на тимчасових АБЗ або АБЗ, розташованих поблизу нафтопереробного заводу. Окрім бітумосховищ місткістю 500 і 1000 т, влаштовують прирейкові бітумосховища місткістю 250-300 т і притрасові місткістю 250 т. Для крупних стаціонарних баз бітумних матеріалів, головним чином в містах, влаштовують бітумосховища місткістю до 3000 т, розділені на відсіки місткістю до 1000 т.

За видом вживаного теплоносія бітумосховища підрозділяють на - парові, коли бітум розігрівається системою труб, укладених по дну, і електричні - розігрівається набором електропакетів із захищеною дротяною спіраллю або пластинчастими електронагрівачами; з газовим обігрівом, коли бітум розігрівається га-

рячими димовими газами, одержуваними від спалювання палива, які проходять по парових трубах діаметром-150-200 мм; з рідким теплоносієм, коли бітум розігрівається нагрітими рідинами (маслами, спиртами і т. п.), які проходять по трубах. Залежно від пристрою системи підігріву бітумосховища можуть бути із загальним або місцевим підігрівом. У бітумосховищах із загальним підігрівом бітум розігрівається до температури текучості за допомогою донних змішувиків. Розігрітий бітум стікає по дну, що має ухил 2-3% в приямок, який розташовується, як правило, у середині однієї із сторін. Для місцевого підігріву використовують нагрівально-перекачуючі агрегати. Ці агрегати пересуваються по рейкових шляхах на самохідному візку, що має форму козлиного крана. Візок переміщається уздовж всієї довжини бітумосховища при підведеному над поверхнею бітуму нагрівачу. Нагрівач складається з пакету трубчастих регістрів, усередині якого знаходиться бітумний насос. Нагрівач, опускаючись і підіймаючись, може змінювати висотне положення. У приямке, в якому розташовується паронагрівач, у вигляді змішувика, відбувається нагрів бітуму до температури 80-90о. При цій температурі забезпечується перекачування бітуму по трубопроводах.

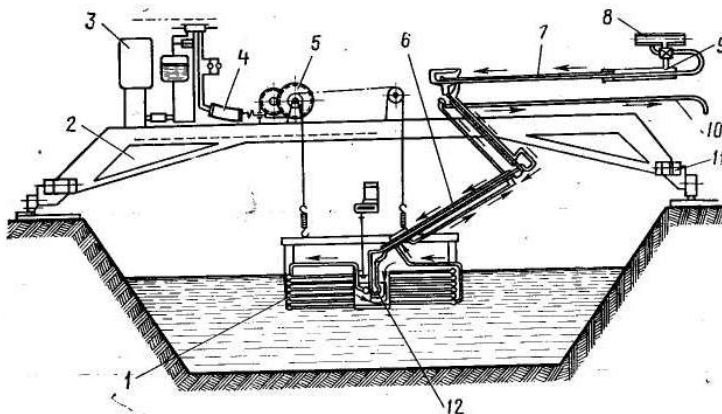


Рисунок 2.9 - Бітумосховища з місцевим підігрівом:

- 1- нагрівач; 2- візок на рейках; 3- пульт управління; 4- гідропривід механізму підйому; 5- механізм підйому нагрівача; 6- трьохшарнірний бітумопровід, що обігрівається; 7- паробітумопровід; 8- магістральний бітумопровід; 9- гнучкий металевий рукав; 10- лінія відведення конденсату; 11- гідропривід механізму пересування; 12- насосна установка.

У бітумосховищах з місцевим підігрівом (рис. 2.9) нагрівальні елементи забезпечують лише підігрів бітуму, що знаходиться в зоні дії нагрівального пристрою. При цьому найбільш доцільно застосовувати поверхневі нагрівачі, які швидко розігрівають верхні шари бітуму, після чого його можна подавати в бітумно-плавильний агрегат, не чекаючи повного розігрівання бітуму на всю товщину. Перевагою такого способу підігріву є подача з сховища бітуму без жодних механічних домішок, оскільки ці домішки і вода важчі за бітум і при розіг-

ріванні опускаються вниз. Розташування нагрівальних елементів і огорожного устаткування на поверхні створюють умови для зручнішого виробництва ремонту (відсутня необхідність звільнення сховища від бітуму).

Проектування бітумосховищ включає рішення питань по виборі конструкції споруди і його місткості. Конструкція споруди залежить від типу асфальтобетонного заводу, тобто чи є він стаціонарним або тимчасовим. Останніми роками на стаціонарних асфальтобетонних заводах найбільш поширені бітумосховища з місцевим підігрівом. Загальний вид бітумосховища з паровим підігрівом приведений на рис. 2.10. При підігріві за допомогою пари важко забезпечити щільне з'єднання змійовиків. Високий тиск пари приводить у ряді випадків до утворення конденсату і обводнення бітуму.

У бітумосховищах з рідинним підігрівом як теплоносієм використовують нафтові масла, що мають високу температуру спалаху (біля  $300^{\circ}$ ). Масло поступає в змійовики бітумосховища з батареї нагрівальної печі. При виборі масляного теплоносія перевага слідє віддавати маслам з відносно низькою в'язкістю і високою точкою кипіння, що не розкладається при високих температурах і не викликає корозії. При цьому низька в'язкість масла забезпечує хороший теплообмін, а висока точка кипіння - роботу системи, практично без надмірного тиску. Як теплоносієм можна використовувати воду. Вода із спеціальної місткості самоплив поступає в труби нагрівальної системи, яка вмонтована в топку казана. Труби послідовно сполучені між собою. Вода в трубах нагрівається і перекачується в змійовики, розташовані як в напрямку, так і в бітумосховище. Підігрітий бітум стікає в бітумно-плавильню.

Газовий підігрів бітуму застосовують в сховищах, об'єднаних з бітумно-плавильними казанами. В цьому випадку теплоносієм є димові гази, що утворюються при згоранні палива. Недоліком газового підігріву є його підвищена пожежна небезпека, що обмежує його застосування.

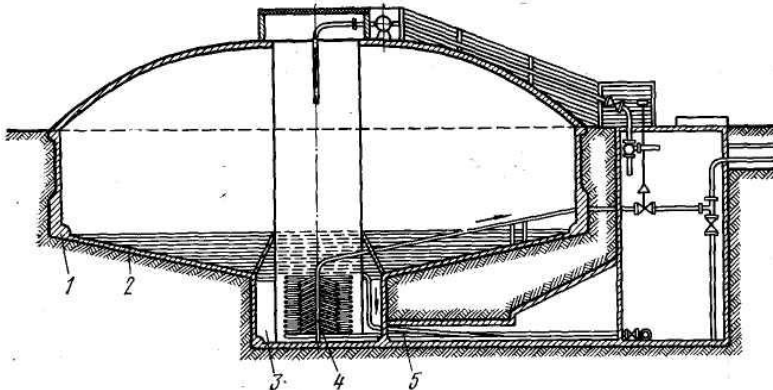


Рисунок 2.10 - Бітумохранилище з паровим підігрівом:

- 1- бітумосховище; 2- металеві труби; 3- прямик; 4- труби для розігрітого бітуму; 5- випуск конденсату;

Електророзігрівання бітуму останніми роками стали широко застосовувати на асфальтобетонних заводах. Всесоюзним науково-дослідним інститутом електротермічного устаткування (ВНШЕТО) розроблений типовий електронагрівальний пристрій для донного розігрівання бітуму. У комплект такого пристрою входять: електронагрівач днища бітумосховища, електронагрівачи приямку, а також електрична частина з щитом управління. Електрична частина установки забезпечує як ручне, так до автоматичне регулювання температури. При цьому на будь-якій фазі нагрівача підтримується напруга 220 В (навіть у разі перегорання однієї або двох фаз нагрівача). Захист від короткого замикання здійснюється індивідуальними і загальним повітряними автоматичними вимикачами, а магнітні пускачі забезпечують включення, блокування і автоматичне регулювання температури. У автоматичному режимі здійснюється двох-позиційне регулювання (включення і відключення повної потужності) за допомогою термометрів електроконтактів і проміжних реле, що управляють роботою магнітних пускачів. Схема передбачає сигналізацію про включення ланцюгів управління і нагрівачів кожної зони. Блокування здійснюється за допомогою кінцевого вимикача (пов'язаного з дверима, що закривають вхід на робочий майданчик), який відключає напругу на включених нагрівачах при відкритті дверей сховища.

Для визначення місткості бітумосховища заздалегідь слід встановити потребу в бітумі для випуску продукції на асфальтобетонному заводі. Враховуючи режим роботи асфальтобетонного заводу, а також нерівномірність надходження бітуму для забезпечення безперебійної роботи заводу, встановлюють перехідний запас бітуму не менше ніж на 1 місяць роботи заводу. Відповідно призначають і місткість бітумосховища. Бітумосховище доцільно будувати секційного типу, наприклад, що складається з трьох-чотирьох самостійних секцій. Це дозволяє одночасно зберігати декілька видів або мазкий бітуму, забезпечує незалежну роботу сховища по прийому і видачі бітуму, а також створює можливість ізольованого ремонту кожної секції бітумосховища.

Бітумно-плавильні агрегати. Бітумно-плавильні агрегати призначені для плавлення, обезводнення і нагрівання бітуму до робочої температури. Нижче приведені робочі температури бітумів різних марок.

Марки бітуму	Робоча температура бітуму, град
БНД-200/300	110-120
БНД-130/200	120-130
БНД-90/130	130-150
БНД-60/90, БНД-40/60	140-160
МГ-25/40 СГ- 25/40	60-80
МГ-40/70, СГ- 40/70	80-100
МГ-130/200, СГ-130/200	100-120

Для інтенсифікації процесу обезводнення бітуму використовують низько-температурний кремнійорганічний полімер (СКТН-1). Введення двох-трьох крапель СКТН-1 в казан з об'ємом приготованого бітуму 10т швидко усуває спінювання бітуму при підігріві до температури, близької до 100°, перешкоджає його «відходу» з казана. СКТН-1 - це майже безбарвна злегка каламутна рідина без видимих домішок, питома вага її 0,965-1,000, молекулярна вага - 15-100, в'язкість по стандартному віськозиметру С205-120-180 С. При зберіганні СКТН-1 треба захищати від сонячного проміння, не піддавати атмосферним діям або змішувати із залишками кислот і інших агресивних речовин. Термін зберігання його не більш два-трьох роки. Тривалість випаровування води з бітуму зменшується в два-три рази в порівнянні із звичайним способом обезводнення, полегшуються умови праці, скорочуються до мінімуму випадки травмування робітників, усувається пожежна небезпека. Розігрівання бітуму в казанах з жаровими трубами має ряд недоліків, головний з яких - це стикання бітуму з жаровими трубами, нагрітими до високої температури, що приводить до погіршення пластичних властивостей бітуму.

Бітумно-плавильні агрегати можуть бути стаціонарними і пересувними, періодичної і безперервної дії.

В даний час разом з бітумно-плавильними періодичної дії стали застосовувати бітумно-плавильні агрегати безперервної дії у тому числі і безкотлові установки. Бітумно-плавильний агрегат безперервної дії складається з казана (декількох), виносної топки з форсунками, вентилятора і двох шестерінчастих насосів бітуму.

Спочатку казан до половини свого об'єму заповнюється бітумом, який випаровується і розігрівається до робочої температури. Після цього готовий бітум насосом через кран подається в теплообмінник. Потім в нього через кран починають подавати обводнюючий бітум з бітумосховища. У теплообміннику бітум, що має робочу температуру, змішується з обводнюючим бітумом і нагріває його до температури 140-150°, при якій відбувається інтенсивне паровиділення. З теплообмінника бітум через паровідділювач поступає у випарну камеру і по її лотках через отвір стікає в основний резервуар лотка. Тут він гарячими газами, що йдуть з топки по парових трубах, нагрівається до робочої температури і насосом через трубу і кран видається споживачу. Надлишок бітуму по трубі повертається в казан. Поступаючи у випарну камеру, бітум тонким шаром розтікається по її лотках, і що не встиг виділитися в теплообміннику пар легко виділяється в атмосферу. Щоб не допустити попадання в асфальтозмішувач не повністю зневодненого бітуму, що поступає в казан з випарної камери, в ньому встановлена перегородка. Контроль за температурою і рівнем бітуму здійснюється за допомогою термометрів і датчика-поплавця рівня

Топка складається з барабана циліндрової форми, футерованого всередині вогнетривкою цеглиною. На одній рамі з топкою встановлені вентилятор-повітрядувка з електродвигуном, паливний насос з двигуном, пускова апаратура і бак для палива. Повітря, що подається вентилятором у форсунку, заздалегідь підігрівається, проходячи під кожухом, яким оточена топка. Відпрацьовані газу

відводяться по димарю.

На рис. 2.11 приведена технологічна схема приготування бітуму при безкотловом способі нагріву бітуму в тонкому шарі, розробленому в Ростовському інженерно-будівельному інституті.

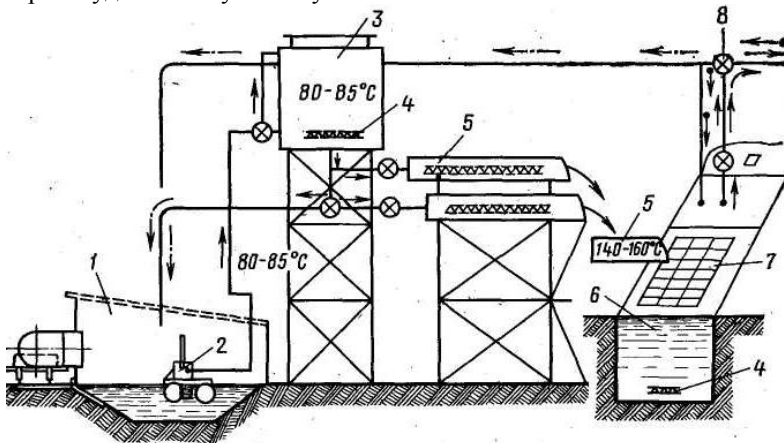


Рисунок 2.11 - Технологічна схема приготування бітуму за безкотловим методом:

1- бітумосховище; 2- насосна установка; 3- напірний бак; 4- електронагрівальний елемент; 5- лотки з електронагрівальними елементами (3 шт); 6- витратна місткість; 7- сітка; 8- триходовий кран.

Бітум, нагрітий до 80-85°, з бітумосховища закачується насосом в напірний бак. З бака бітум самоплив потрапляє на лотки, протікаючи по яких, омиває поверхні електронагрівальних елементів, нагрівається до робочої температури, зневоднюється і стікає у витратну ємність. Тепловий режим регулюють включенням в схему живлення нагрівального теплового реле, яке автоматично включає в ланцюг додатковий опір. У напірному баку і витратній місткості теж розташовані нагрівальні елементи, які включаються у разі потреби. Продуктивність установки - 1 т/год, витрата електроенергії - близько 40 кВт·год. Для збільшення продуктивності використовують декілька установок. Ця установка має ряд переваг перед котельними: технологічний процес може бути автоматизований; температура дії на бітум знижується з 600 до 200-220°; час дії температури не перевищує 30 мін.

Визначення кількості бітумно-плавильних установок виконують згідно добової потреби в бітумі асфальтобетонного заводу, яку встановлюють, виходячи з максимального випуску асфальтобетонних сумішей: Витрата тепла і електроенергії на обезводнення і нагрів 1 т бітуму залежить від вогкості органічного в'язучого.

Бітумні насоси та бітумопроводи. Для перекачування бітуму на асфальтобетонних заводах і бітумних базах використовують об'ємні шестерінчасті із зов-



нішно і внутрішньо зачіпляючим і ротаційно-плунжерні насоси. Найбільш поширені шестерінчасті бітумні насоси із зовнішнім зацепом. Основні переваги їх в порівнянні з іншими типами насосів полягають у тому, що вони прості по конструкції і обслуговуванню, володіють високою експлуатаційною надійністю і малою вагою.

Для підвищення ефективності роботи насосів робочу камеру обігривають за допомогою пари, яка є хорошим теплоносієм, або електрики. Нагрівальними елементами при електричному обігріві служать спіралі з ніхромового дроту, ізолювані фарфоровими намистами. Бітум перекачується по металевих трубах. Для скорочення втрат тепла поверхню трубопроводу ізолюють такими матеріалами, як шлаковата, азбест, поролон і ін. Ефективна ізоляція трубопроводів досягається в тому випадку, якщо їх поміщають в трубі (сорочці), по якій циркулює теплоносіє (газ, пара, рідина). Масляний (рідинний) обігрів бітумних комунікацій має ряд достоїнств: рідинні теплоносії можна нагрівати до температури 300° при атмосферному тиску; їх застосування дозволяє контролювати систему обігріву бітумних комунікацій з пульта управління і повністю автоматизувати регулювання нагріву теплоносія, що скрутне при паровому обігріві. Як рідинні теплоносії застосовують мінеральні масла з низькою в'язкістю і високою точкою кипіння, що не розкладаються при високій температурі і не зухвали корозії в системі обігріву.

Є два конструктивні рішення бітумопровода з паровим підігрівом. У одному з варіантів зварної бітумопровод розміщують усередині паропроводу (рис. 2.12). Другий варіант відрізняється тим, що паропровід знаходиться усередині бітумопровода (рис. 2.13).

На асфальтобетонних заводах почали упроваджувати установки, що серійно випускаються, для підігріву рідини-теплоносія. У цих установках застосовували електричний метод підігріву теплоносія. Є також два конструктивні рішення бітумних комунікацій з електро-підігрівом: з внутрішнім електро-стрижньовим нагрівачем і зовнішнім електро-підігрівом (рис. 2.14).

У бітумопроводах з внутрішнім електро-стрижньовим нагрівачем сталевий стрижень з надітими на нього керамічними втулками введений всередину трубопроводу, який в свою чергу вставлений в бітумопровод. На стрижень подається напруга від електромережі. У бітумопровода із зовнішнім електро-підігрівом на трубу спочатку намотаний шнуровий азбест діаметром 5 мм, а потім діаметром 3 мм. На два шари шнурового азбесту намотаний стрічковий ніхром, який служить нагрівачем. Поверх ніхрома намотаний шнуровий азбест діаметром 5 і 3 мм, потім накладений руберойд шириною 10 см і обмотаний шпательом, просоченим антисептикою.

При транспортуванні бітуму з бітумосховищ в бітумно-плавильню і з бітумно-плавильні на склад готової продукції потрібно забезпечити необхідну швидкість перебігу розігрітого бітуму. Для забезпечення заданої швидкості руху бітуму і вибору діаметру трубопроводу важливо визначити втрати натиску в бітумопроводі, які залежать від характеру режиму руху.

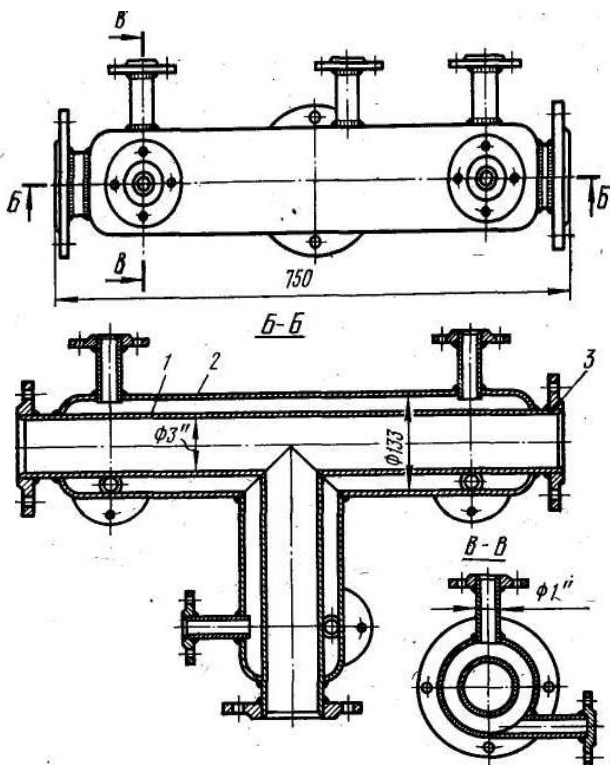


Рисунок 2.12 - Бітумопровід із зовнішнім паро-підігрівом:  
1- бітумопровід; 2- паропровід; 3- сполучні фланці.

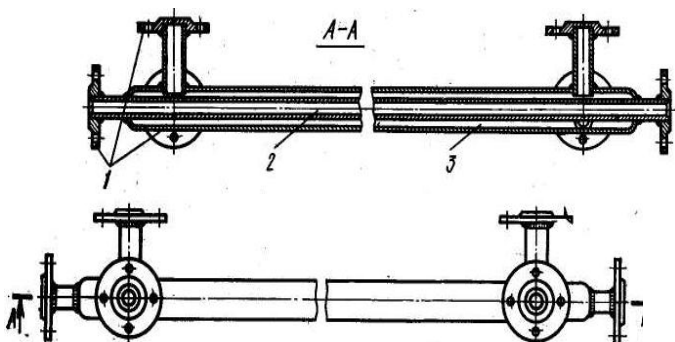


Рисунок 2.13 - Бітумопровод з внутрішнім паро-підігрівом:  
1- сполучні фланці; 2- паропровід; 3- бітумопровод.

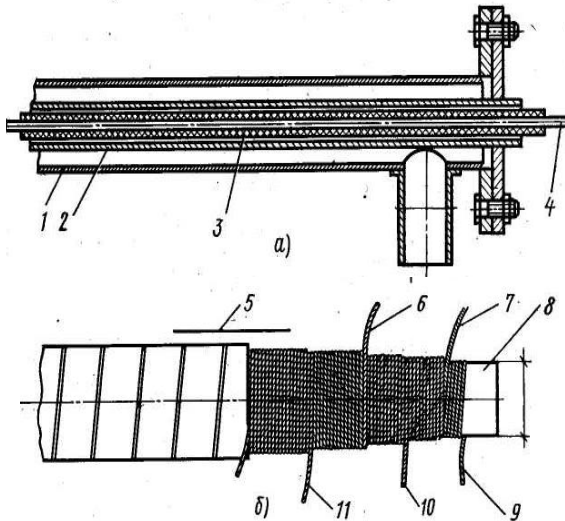


Рисунок 2.14. Бітумопровод з електрообігрівом:

а- стрижньовим нагрівачем; б- зовнішнім електро-нагрівачем; 1- трубопровід, що обігрівается; 2 і 8- захисні труби електро-нагрівача; 3- керамічні втулки; 4- стрижень з арматурної сталі; 5- руберойд; 6, 7, 9 і 11- азбест шнуровий; 10- ніхром стрічковий.

### 2.3.3 БІТУМНО-ЕМУЛЬСІЙНІ БАЗИ

Відмінність бітумно-емульсійних баз по відношенню до баз бітумних матеріалів заключається у відділенні приготування бітумних емульсій та у конструкції складу готової продукції. Таким чином технологічний процес на бітумно-емульсійних базах має наступну послідовність: отримання сировини (мазут, гудрон, бітум), розвантаження у бітумосховище (зберігання, первинний нагрів до 59С, вторинний нагрів до 90С), перекачка необхідної кількості до бітумно-плавильного агрегату (при необхідності - зневоднення та окислення, нагрів до робочої температури, при необхідності – модифікація чи компаундирування), перекачка до емульсійної установки (виготовлення емульсії, затарування в ємності), транспортування до складу готової продукції (зберігання), відвантаження користувачу.

#### 2.3.3.1 Класифікація бітумних емульсій

Останніми роками бітумні емульсії знаходять широке застосування в дорожньому будівництві. Використовування органічних в'язучих матеріалів в емульсійному вигляді скорочує витрату бітуму на 20-25%. Емульсії, як і кам'яні матеріали, не вимагають підігріву, тому роботи по пристрою покриттів із застосуванням бітумних емульсій можливо виробляти за несприятливих погодних

умов. Бітумні емульсії, використовувані в дорожньому будівництві - це в'язучий матеріал, що складається з двох рідин, що не змішуються між собою, - бітуму і води. Емульсії є двофазною колоїднодисперсною системою: одна фаза - дисперсна, як сукупність зважених частинок роздробленої рідини, друга - дисперсійне середовище. Залежно від того, частинки якої речовини розподілені в дисперсійному середовищі, емульсії підрозділяють на два типи: прямі і зворотні. У емульсіях прямого типу бітум - це дисперсна фаза у вигляді найдрібніших частинок, розподілена у водному середовищі (масло у воді). У емульсіях зворотного типу дисперсійним середовищем є бітум, а дисперсною фазою - частинки води («вода в маслі»). У дорожньому будівництві частіше застосовують емульсії прямого типу.

Для того, щоб частинки дисперсної фази стійко знаходилися в диспергированому стані, в емульсії при їх виготовленні вводять поверхнево-активні речовини, що складаються в основному з вуглеводневого радикала (неполярної групи) і полярної групи, здатні адсорбуватися на поверхні бітумів і додавати стійкість емульсії, що утворилася. Ці речовини називаються емульгаторами. Залежно від використовованого емульгатора дорожні емульсії розділяють на аніоноактивні, катіоноактивні і неіоногенні. У аніоноактивних емульсіях (лужних) емульгаторами є аніоноактивні речовини, до яких відносяться лужні солі жирних, нафтових, смоляних кислот або сульфокислот. У катіоноактивних емульсіях (кислих) емульгаторами є катіоноактивні речовини, до яких відносяться солі четвертичноаммонієвих з'єднань, діаміни і ін. Неіоногенні емульсії виготовляють на неіоногенних емульгаторах.

Залежно від концентрації дисперсної фази в системі емульсії розділяють на концентровані і висококонцентровані. До концентрованих відносяться емульсії із змістом дисперсної фази до 74%, до висококонцентрованих - більш 74%. Висококонцентрованих емульсій перед вживанням можна розводити водою до необхідної концентрації. Наявність в емульсіях поверхнево-активних речовин додає емульсії стійкість при зберіганні і транспортуванні. При нанесенні емульсії тонким шаром на поверхню кам'яного матеріалу під впливом взаємодії з ним емульгатора, а також унаслідок випаровування або поглинання кам'яними матеріалами води рівновага системи порушується, і емульсія розпадається. В результаті частинки бітуму осідають на поверхні кам'яного матеріалу і, зливаючись, утворюють на ній тонку плівку. По швидкості розпаду дорожні емульсії підрозділяють на три види: повільнорозпадаючі, що розпадаються з середньою швидкістю, швидкорозпадаючі. Час розпаду швидкорозпадаючої емульсії приблизно 10-30 хвилин, середньорозпадаючої - 30-60 хвилин, повільнорозпадаючої - від 2 годин і до однієї доби і більш.

### 2.3.3.2 Обладнання для виробництва бітумних емульсій

Емульгатор, який зберігається в казанах, розбавляється водою, пом'якшеною при необхідності в установці і перекачується насосом в резервуар, де він підігрівається до температури 80-90°. Потім водний розчин емульгатора самопливом поступає в диспергатор. Сюди також поступає з бітумно-плавильної

установки нагрітій і зневоднений бітум. Проходячи через диспергатор, він подрібнюється на частинки та адсорбується за допомогою емульгатору. Готова емульсія витікає безперервно з гомогенізатора в резервуари, звідки її відпускають споживачу. В процесі приготування емульсії можна регулювати її концентрацію за рахунок зміни величини струменів.

Для диспергування рідини застосовують гомогенізатори, лопатеві змішувачі, акустичні диспергатори. У гомогенізаторі готують прямі емульсії. Бітум, нагрітий до 150° С, і водний розчин емульгатора, нагрітий до 90° С, прокачують через вузькі зазори (розміром до 0,01 мм) ротора і статора, в яких бітум подрібнюється і на його крапельках адсорбується емульгатор. Кращими вважають багатоступеневі гомогенізатори-диспергатори. У змішувачах готують прямі висококонцентровані і зворотні емульсії. Змішувачі можуть бути лопатеві і шнеколопастні. Їх відносять до машин циклічної (порційного) дії. Концентрований розчин емульгаторів заливають в резервуар, де обертається вал з лопастями з частотою 40-80 об/хвилину. Бітум подають поступово у міру утворення емульсії. У лопатевих змішувачах одержують емульсії з високою концентрацією бітуму (80-95%), тому перед вживанням їх розбавляють водою до необхідної концентрації.

При виготовлень дорожніх емульсій в акустичній емульсійній установці для емульгирування використовують коливання віброуючої пластинки. Установка складається з насоса з електродвигуном, гідродинамічного перетворювача (вібратора), поміщеного в робочому баку, резервуару для емульсій, всмоктуючого і нагнітального трубопроводів з контрольним манометром. Гідродинамічний перетворювач складається з штуцера, сопла і віброуючої пластини із загостреним краєм. Струмінь рідини, що виходить з сопла під тиском, викликає коливання пластини.

Водний розчин емульгатора і бітум, нагріті до робочої температури, поступають в заданому співвідношенні в робочий бак і заповнюють його. При цьому гідродинамічний перетворювач знаходиться в рідині. Рідина під тиском 0,5-0,8 МПа (5-8 атм) подається через сітчастий фільтр до вібратора. Пройшовши через вібратор, рідина знов повертається в бак. Безперервна циркуляція продовжується до тих пір, поки в баку не утворюється емульсія. Тривалість циклу приблизно 10-12 хвилин. Готова емульсія перекачується насосом з робочого бака в накопичувальну ємність.

У Києві розроблений новий метод приготування дорожніх емульсій - метод хімічного емульгирування, при якому основну роботу по «подрібненню» бітуму на найдрібніші частинки виконує не диспергуючий механізм, а хімічна реакція утворення емульгатора в процесі емульгирування. При хімічному емульгируванні в бітум входять продукти, що містять високомолекулярні кислоти, які при реакції з водними розчинами лугів утворюють стабілізатори емульсій (мила). Перевага хімічного емульгирування полягає у тому, що цим методом можна емульгировати обводнені (невипаровані) бітуми виробництва різних нафтопереробних заводів, незалежно від технології їх отримання і походження нафти, при мінімальних витратах механічної енергії. У зв'язку з тим, що емуль-

сія має малу в'язкість і в своєму складі воду, вона розподіляється тонким шаром по поверхні вологих кам'яних матеріалів. Бітумна емульсія, володіючи багатьма позитивними якостями, має один недолік - погане прилипання до поверхні більшості кам'яних матеріалів. Підсилити таке прилипання можна, обробивши емульсію вапном-пушонкою (масова частка в емульгаторі 5-10%). Таку емульсію називають активованою.

Разом з дорожнім будівництвом, бітумні емульсії широко застосовують для гідроізоляції підземних і мостових споруд і крівель. З цією метою застосовують спеціальні бітумно-полімерні емульсії, що складаються з суміші швидко-розпадаючої бітумної емульсії, яка готується централізовано на спеціальних установках і латексу, що випускається заводами синтетичного каучуку. Для підвищення пластичних властивостей матеріалу до складу емульсії додатково вводять полімери. До складу бітумно-полімерної емульсії вводять 10-15% латексу. Для прискорення формування гідроізоляційної плівки в процесі його нанесення застосовують коагулятор - 5%-ний водний розчин хлористого кальцію. Бітумно-полімерну емульсію наносять за допомогою спеціальної пересувної установки і розпилувача.

Емульсію зберігають в закритих приміщеннях, захищених від нагрівання сонячним промінням і від промерзання. Влітку емульсію зберігають в бочках і резервуарах, накритих толем або брезентом. Взимку бочки тримають в приміщеннях при температурі не нижче 0°C. Перед вживанням емульсію необхідно обережно перемішати для знищення згустків бітуму. Емульсію транспортують в щільно закритих дерев'яних або металевих бочках, цистернах, автобітумовозах, гудронаторах. Тара повинна бути чистою, забруднення може привести до швидкого згорання емульсії. Не можна кидати бочки з емульсією, оскільки це викликає згорання.

## **2.4 ПІДПРИЄМСТВА ПО ВИГОТОВЛЕННЮ НАПІВФАБРИКАТІВ**

Основними напівфабрикатами, що використовуються при будівництві автомобільних доріг є органо-мінеральні суміші, цементні розчини та цементні бетони. Для їх виробництва застосовують асфальтобетонні заводи (АБЗ) та цементобетонні заводи (ЦБЗ).

### **2.4.1 АСФАЛЬТОБЕТОННІ ЗАВОДИ**

Органомінеральні суміші виготовляють шляхом змішування щебеня, піску, мінерального порошку і органічного вяжучого в гарячому стані. Найбільш поширеними є асфальтобетонні суміші, для виготовлення яких застосовується нафтовий бітум. Залежно від температури, при якій суміш укладають і ущільнюють, і в'язкості вживаного бітуму, що впливає на швидкість формування покриття, асфальтобетонні суміші підрозділяють на гарячі і холодні (ДСТУ Б В.2.7-119-2003). Для приготування гарячих сумішей використовують бітум БНД-40/60, БНД-60/90, БНД-90/130 (ГОСТ 11954-66). Для приготування холодних сумішей застосовують рідкі бітуми (ГОСТ 11955-66). Бітумно-мінеральні суміші відрізняються від асфальтобетонних якістю використовуваних матеріалів

(ГОСТ 17060-71). Температура асфальтобетонних і бітумно-мінеральних сумішей при випуску із змішувача при використуванні в'язких бітумів (ГОСТ 11954-66) повинна бути не вищою за 160°, при використуванні рідких бітумів (ГОСТ 11955-66) - не більш 110°.

За розміром використуваного мінерального матеріалу асфальтобетонні і бітумно-мінеральні суміші підрозділяють на грубозернисті (максимальний розмір зерен 40 мм), середньозернисті (25 мм), дрібнозернисті (15 мм), піщані (5 мм). За якістю вживаних щебеня і мінерального порошку асфальтобетонні і бітумно-мінеральні суміші розділяють на дві марки (перша та друга). За кількістю (змістом) мінеральних матеріалів у суміші виділяють типи асфальтобетонних сумішей – тип А, тип Б, тип В, тип Г.

Також на АБЗ виготовляють щебенево-мастичні суміші (ЩМА). Особливістю є – використання бітумних мастик та більшого вмісту щебеневого матеріалу підвищеної якості.

Останнім часом поширюється застосування емульсійно-мінеральних сумішей (шламів та «литих» асфальтобетонів). В якості органічного в'язучого застосовується бітумна емульсія. Також у суміш додають спеціальні домішки – цемент, армуючі волокна, тощо.

Іноді, для потреб дорожнього будівництва органічним в'язучим обробляють щебінь або шлаковий щебінь («чорний» щебінь) та ґрунт.

#### 2.4.1.1 Класифікація асфальтобетонних заводів та вимоги до їх розташування

Асфальтобетонні заводи - спеціалізовані підприємства, які виготовляють асфальтобетонні і бітумно-мінеральні суміші. Крім того, на асфальтобетонних заводах може бути організований випуск обробленого бітумом щебеня (чорний щебінь), бітумних емульсій і інших матеріалів, до складу яких входить бітум.

Асфальтобетонні заводи будують як стаціонарного, так і тимчасового типу. Можуть бути заводи пересувні. Пересувні установки використовують при будівництві автомобільних доріг, якщо в довколишньому районі відсутні стаціонарні і напівстаціонарні асфальтобетонні заводи або за умов виробництва робіт установка повинна працювати на одному місці не більш 1-2 сезони. Пересувні установки виконують на пневмоколісному шасі, а також залізничні пересувні асфальтобетонні заводи-потяги у вигляді окремих блоків, що переміщаються, агрегати яких призначені для виконання певних технологічних операцій установки Змішувачів напівстаціонарного типу призначаються для устаткування асфальтобетонних заводів в містах і на крупних будівельних об'єктах, які рідко перебудуватимуться. Призначення і місцезоташування заводу зумовлюють вибір основного устаткування, рівень автоматизації і механізації, а також капітальне облаштування підприємства.

Основний напрям в конструюванні сучасного асфальтозмішувального устаткування полягає в переході від створення окремих машин до споруди автоматизованих комплексів технологічного устаткування для приготування асфальтобетонних сумішей і застосуванню принципу агрегування (комплекс скла-

дають з окремих агрегатів). До таких агрегатів відносяться: агрегати живлення, сушильні барабани, пиловловлюючі і дозування пристрої, машини змішувачів, витратні місткості бітуму і мінерального порошку, накопичувальні бункери, кабіни управління.

В установках періодичної дії процес попереднього («холодного») дозування, просушування і нагрів піску і щебеня, розсортовування по фракціях виробляються безперервно, а дозування, змішування і вивантаження із змішувача здійснюються певними порціями. Перевага таких змішувачів полягає у тому, що без складних настроювань дозуючих пристроїв можна одержувати суміші необхідного складу, а також в можливості регулювання часу перемішування сумішей. У установках безперервної дії всі технологічні операції виконуються безперервно. Періодично виконується лише допоміжна операція - вивантаження суміші з накопичувального бункера в транспорт. Недоліком установок змішувачів безперервної дії є те, що їх важко перебудувати на випуск сумішей іншого складу

По продуктивності асфальтобетонне устаткування можна розділити на чотири основні групи: малої продуктивності - до 25 т/годину, середньої продуктивності - до 50 т/годину, високої продуктивності - до 100 т/годину, дуже високої продуктивності - понад 100 т/годину. Продуктивність установок змішувачів визначають виходячи з необхідної продуктивності асфальтобетонних заводів.

Асфальтобетонні установки стаціонарного типу використовують на постійно діючих асфальтобетонних заводах. Як правило, стаціонарні установки вбудовують в будівлі капітального типу. По конструктивній компоновці асфальтобетонні установки ділять на партерні і баштові, тобто з горизонтальною або вертикальною схемою руху матеріалів. Партерне розташування установки змішувача передбачає рух матеріалів від агрегату до агрегату по горизонталі при багатократному підйомі. В цьому випадку збільшується кількість вертикально-транспортуючих підйомних механізмів і відповідно зростають витрати електроенергії. Крім того, відбувається інтенсивніша втрата тепла нагрітим мінеральним матеріалом. Асфальтобетонні установки партерного типу легко оснащувати ходовим устаткуванням для переміщення з одного об'єкту на інший. При горизонтальній схемі полегшуються ремонтні роботи. У разі баштової компоновки мінеральні матеріали потрібно підняти тільки один раз, після чого, використовуючи власну масу, вони послідовно проходять через всі агрегати змішувача, зверху вниз без витрат енергії на їх переміщення. При вертикальній схемі потрібна менша площа для розміщення змішувача.

#### 2.4.1.2 Технологічні процеси приготування асфальтобетонної суміші

Приготування асфальтобетонних сумішей полягає в змішуванні ретельно висушених і нагрітих до певної робочої температури піску і щебеня з мінеральним порошком і бітумом. На АБЗ чітко розглядаються чотири лінії руху матеріалів: мінеральних заповнювачів (щебінь, гравій, шлак, відсів, пісок, тощо); мінерального порошку (активованого чи неактивованого); органічного в'язучого



(бітум, мастика, емульсія, бітумно-полімерне в'язуче); хімічні та полімерні добавки (ПАР для модифікації чи компаундування).

Перша лінія. Пісок і щебінь з складу поступають в бункери агрегату живлення. Розмір бункера може коливатися в межах від 1,5 до 50 м<sup>3</sup> і більш. Бункери малого об'єму влаштовують на пересувних заводах тимчасового типу, бункери великого об'єму - на заводах стаціонарного типу. Агрегат живлення входить до складу асфальтозмішувальної установки і виконує наступні функції: його використовують як витратний бункер для піску і щебеня; він забезпечує попереднє безперервне об'ємне дозування в наперед заданих співвідношеннях піску і щебеня для того, щоб могли рівномірно працювати сушильний барабан і вузли сортувально-дозувань асфальтозмішувача. До складу агрегату живлення входять бункери, дозатори-живильники і стрічковий транспортер, розташований під живильником. Для підвищення точності дозування живильники обладнують контрольно-ваговим пристроєм. В цьому випадку процес дозування автоматизують або управляють ним дистанційно. За допомогою транспортерів або безпосередньо після дозаторів пісок і щебінь поступають в сушильний барабан.

Сушка і нагрів мінеральних матеріалів (окрім мінерального порошку) здійснюються в сушильних барабанах. Усередині барабанів за рахунок теплорадіації факела форсунки, зіткнення з гарячими деталями сушильного барабана і тепла димових газів, що утворюються при згоранні палива, відбувається випаровування поверхневої і зв'язаної вологи і подальший нагрів піску і щебеня до робочої температури 160-220°. Для рівномірного нагріву всієї маси матеріалу і виходу пари, що утворюється, мінеральні матеріали в сушильному барабані піддаються безперервному перемішуванню.

Ефективність роботи сушильного барабана в значній мірі залежить від способу сушки: потокового або протипотокового. При потоковій сушці матеріал і газ рухаються в одному напрямі, при протипотоковій - назустріч один одному. У асфальтобетонних установках переважно використовують сушильні барабани з протипотоковою схемою руху матеріалів і гарячих газів. Протипотокова схема має перевагу з погляду теплопередачі. При потоковій схемі подачу матеріалів з боку топки здійснити значно складніше, і, крім того, небажане проникнення холодних матеріалів в найгарячішу зону, оскільки при цьому знизиться температура в даній зоні і значно погіршає процес горіння. При потоковій схемі погіршуються умови пиловидалення і відповідно пиловидалення з сушильного барабана.

Для завантаження піску і щебеня в сушильний барабан використовують похилі лотки, віброжелоба, кільцеві елеватори і стрічкові транспортери, які подають матеріал безпосередньо в барабан.

Продуктивність сушильного барабана залежить від розміру зерен мінерального матеріалу, його вогкості, швидкості обертання барабана, інтенсивності горіння палива. Кількість вологого матеріалу, що поступає в сушильний барабан залежить від продуктивності барабана за сухим матеріалом і кількість вологи, випаровуваної з матеріалів в процесі сушки.

Для сушильного барабана однією з основних характеристик є кількість вологи, яка може бути випарована в одиницю часу. Вказана характеристика на-

зивається напругою сушильного барабана по волозі. Величина напруги по волозі має розмірність кг/м<sup>3</sup>-годину. Чим менше напруга барабана по волозі, тим менше пиловидалення в атмосферу. У сушильних барабанах, що входять до складу установок змішувачів, що випускаються промисловістю, напруга по волозі складає 200-240 кг/м<sup>3</sup>-годину. У високопродуктивних барабанах (50 т/годину і більш) напруга по волозі знаходиться в межах 70-100 кг/м<sup>3</sup>-годину. Визначивши напругу за вологою і знаючи кількість вологи, випаровуваної з матеріалів в процесі сушки в годину, встановлюється об'єм сушильного барабана. Довжину барабана визначають і обліком забезпечення необхідного часу знаходження матеріалу в барабані для його просушування. Барабан, як правило, встановлюють під кутом до горизонту ( $\alpha = 2-8^\circ$ ). Оптимальним співвідношенням діаметру сушильного барабана до його довжини на практиці приймається 1:4-1:7. Останніми роками стали застосовувати барабани меншої довжини і більшого діаметру. Є також методи визначення геометричних розмірів барабана газів, що за об'ємом відходять, і швидкості їх на виході з сушильного барабана.

Нагріті і просушені пісок і щебінь за допомогою вертикальних елеваторів поступають в сортувальний пристрій. Сортувальні агрегати призначені для розділення суміші піску і щебеня на фракції певних розмірів відповідно до необхідної рецептури суміші. Відсортований матеріал поступає в спеціальні бункери, в яких зберігають таку кількість матеріалів, щоб була забезпечена безперебійна робота дозуючих пристроїв і відповідно установки змішувача. Сортування по фракціях піску і щебеня разом з попереднім «холодним» дозуванням вказаних матеріалів в агрегатах живлення необхідне з наступних причин:

- ✓ дозування в агрегатах живлення має точність значно нижче, ніж це потрібне для отримання якісних асфальтобетонних сумішей;
- ✓ у складі піску і щебеня зустрічаються частинки, розміри яких перевищують допустимі при приготуванні асфальтобетонних сумішей;
- ✓ кількість матеріалу дрібних фракцій (до 5 мм) перевищує потрібної через наявність його в крупніших фракціях щебеневого матеріалу;
- ✓ зміни кількості дрібних фракцій в процесі транспортування матеріалу від агрегату живлення до змішувача і також при просушуванні і нагріві в сушильному барабані, головним чином в результаті роботи пилоочисних споруд.

Продуктивність сортувальних пристроїв повинна декілька перевищувати максимальну продуктивність змішувача, щоб забезпечити його безперебійну роботу при зміні рецептури сумішей. Основним елементом сортувального пристрою є гуркіт. У асфальтозмішувальних установках використовують грохоти два типи: циліндрові і плоскі вібраційні.

Після сортування мінеральний матеріал поступає на вертикальні елеватори. Вертикальні елеватори називають «гарячими», оскільки вони переміщують нагріті матеріали.

З допомогою вертикальних елеваторів розсортований за фракціями ще-

бінь і пісок поступає у витратний бункер. Цей бункер часто називають «гарячим» бункером, оскільки в ньому накопичуються нагріті і просушені матеріали. Формою бункер представляє собою усічену піраміду з похилими бічними стінками. Бункер перегородками розділений на відсіки, кількість яких відповідає кількості сит гуркоти. Розміри секцій бункера встановлюють з урахуванням потреби тієї або іншої фракції матеріалів відповідно до рецептури для виготовлення асфальтобетонних або бітумно-мінеральних сумішей.

Друга лінія. Лінія руху мінерального порошку. У зв'язку із особливими фізико-механічними властивостями мінеральний порошок зберігають у ємностях закритого типу та транспортують по трубах за допомогою пневмотранспорту. Склади зберігання мінерального порошку можуть бути типовими (оптимально підібране устаткування на задану потужність, поставляється в комплексі) або індивідуальними (підбирається із окремих одиниць та узгоджується за потужністю). В якості ємностей для зберігання мінерального порошку використовують силоси. По необхідності компресор нагнітає повітря у мережу трубопроводів, який транспортує от дозованих кількість мінерального порошку. Перед завантаженням у асфальтозмішувач мінеральний порошок знову дозується (на випадок регулювання технологічного процесу). Не використана кількість мінерального порошку повертається на склад для зберігання.

Третя лінія. Лінія руху органічного в'язучого. Органічне в'язуче зберігається у бітумосховищі в підігрітому стані. Транспортується по території заводу за допомогою бітумних насосів по бітумопроводах. З бітумосховища віддозоване органічне в'язуче поступає у бітумоплавильний агрегат, де підігрівається до робочої температури (а при необхідності зневоднюється, окислюється та модифікується). Підігріте до робочої температури органічне в'язуче транспортується до асфальтозмішувальної установки, в яку потрапляє через дозатор. Не використана кількість органічного в'язучого повертається у бітумосховище.

Ефективним є введення бітуму в змішувач під тиском, яке може досягати 2 МПа (20 атм) і більш. Ця система включає два насоси. Циркуляційний насос низького тиску постійно подає бітум до робочого органу, що є резервуаром з фільтром, системою підігріву, витратоміром і насосом високого тиску шестерінчастого типу. Система підігріву може мати електричний і масляний підігрів. Витратомір і насос високого тиску омиваються гарячим бітумом, що забезпечує в результаті їх обігріву стабільні умови роботи. При роботі насоса високого тиску бітум проходить через витратомір, який відміряє необхідну його кількість, і далі в розподільний бітумопровід змішувача, оснащений розподільчими форсунками.

Четверта лінія. Лінія руху хімічних домішок та поверхнево-активних речовин (ПАР). Іноді, для підвищення фізико-механічних властивостей органічно-мінеральних сумішей використовують різноманітні домішки та ПАР. В залежності від виду домішки чи ПАР розглядають два шляхи уведення їх у суміш: у органічне в'язуче в бітумно-плавильному агрегаті; у асфальтозмішувач. У зв'язку з тим, що кількість домішок чи ПАР не значне, відносно загальної кількості матеріалу, необхідно дуже ретельно дозувати їх перед уведенням в суміш.

Після дозування мінерального заповнювача (щебеню, гравію, шлаку, від-

сіву, піску, тощо), мінерального порошку, органічного вяжучого (а при необхідності і домішок чи ПАР) виконується процес змішування у асфальтозмішувальних установках. Асфальтозмішувачі повинні забезпечувати швидке, і рівномірний розподіл матеріалів, що становлять асфальтобетонну суміш і якісне обволікання бітумом поверхні мінеральних частинок до однорідної маси при мінімальній витраті енергії в процесі змішення.

Для визначення продуктивності установки змішувача, а також для цілей автоматизації технологічного процесу встановлюють тривалість циклу. Тривалість одного циклу приготування суміші для змішувача періодичної дії складається з часу його завантаження часу перемішування суміші і часу вивантаження готової суміші із змішувача в транспорт, ківш скіпового підйомника або в накопичувальний бункер.

Час вивантаження суміші із змішувача залежить головним чином від його конструктивних особливостей і затвора. За наслідками розрахунку циклу дозування і перемішування розробляють циклограми за часом, в яких всі операції показані в лінійному зображенні.

Відпустка асфальтобетонної суміші споживачу. Виготовлена асфальтобетонна суміш вивантажується безпосередньо в автотransпорт або накопичується в спеціальних накопичувальних бункерах (бункерах готової суміші). Накопичувальні бункери забезпечують підвищення продуктивності підприємства і транспорту. За даними СоюзДорНІІ, у разі застосування накопичувальних бункерів продуктивність АБЗ підвищується на 7,5-12% залежно від вантажопідйомності автомобілів, що перевозять асфальтобетонну суміш. Це відбувається за рахунок зменшення часу завантаження автомобілів і можливості роботи асфальтобетонного заводу протягом певного періоду за відсутності транспорту. Накопичувальні бункери призначені для зберігання готових асфальтобетонних і бітумно-мінеральних сумішей. Місткість бункера, як правило, встановлюють залежно від продуктивності установки змішувача і приймають в 60- 70% її годинної продуктивності.

Ефективність застосування накопичувальних бункерів полягає в скороченні потрібної кількості автомобілів-самоскидів і збільшенні продуктивності асфальтобетонних заводів. Загальною вимогою до пристроїв для завантаження суміші в накопичувальний бункер є запобігання сегрегації, тобто розділення за розміром частинок і у меншій мірі по питомих, вагам. Завантаження крупною порцією в короткий час у меншій мірі приводить до прояву сегрегації, ніж тривалі завантаження. При використуванні скіпових підйомників можна використовувати перекидні ковші і ковші з донним розвантаженням, причому донне розвантаження знижує сегрегацію частинок суміші.

Ковші скіпових підйомників доцільно виконувати з теплоізоляцією щоб уникнути налипання суміші. У деяких конструкціях передбачають змашування ковша різними маслами нафтового походження.

На початку роботи заводу, а також у разі бракованих замісів або при терміновому виготовленні суміші іншого складу необхідно завантажити заміс, минавши бункер. Для цього, в підскіпові шляхи вбудовують спеціальний пристрій

для проміжного вивантаження, ковша в кузов автомобіля. При вивантаженні суміші в бункер відбувається сегрегація, в результаті якої крупні частинки скачуються вниз, а дрібні - утворюють конус («стовп»). Для зменшення сегрегації необхідно обмежувати довжину вільного падіння частинок, застосовувати бункери оптимальної конфігурації і вживати деякі спеціальні заходи, наприклад пристрій шнекового або ротаційного розподільника, розташованого так, щоб забезпечувати рівномірний розподіл суміші по всьому поперечному перетину бункера.

Час зберігання асфальтобетонної суміші в накопичувальному бункері залежить від, співвідношення між продуктивністю асфальтобетонного заводу і об'ємом бункера, а також від організації робіт на об'єкті. При оптимальних співвідношеннях між цими показниками час зберігання може бути понижене до мінімуму, що значно спростить конструкцію накопичувального бункера і зменшить його об'єм до об'єму самоскида. Проте на практиці цього не виходить і виникає необхідність у відносно тривалому зберіганні суміші.

Суміші висипаються самопливом через отвір (нижній затвор) в нижній конічній частині накопичувального бункера. Нижній затвор перекривають шибєрними або секторними пристроями. Для поліпшення вивантаження і зниження коефіцієнта тертя суміші об стінки бункера зварні шви на внутрішній поверхні бункера шліфують.

#### 2.4.1.3 Технологічне обладнання, яке використовується на АБЗ

На АБЗ використовують наступне технологічне обладнання (основне): живлячі агрегати, сушільні барабани, змішувальні установки, бітумосховища, бітумоплавильні агрегати, силоси, накопичувальні та витратні бункери, бункер зберігання готової продукції, дозатори (для сипких матеріалів, для в'язучого, для мінерального порошку, для ПАР).

Живлячі агрегати (живильники) класифікують за конструктивною ознакою, кількості секцій, розташуванню і компоновці. За конструктивним принципом вони можуть бути з дозаторами кареточного, стрічкового і вібраційного типів. Агрегат живлення може бути складеним з окремих бункерів або змонтований на одній рамі, одно- і дворядним. Бункери розташовані на металевій рамі, встановлюваній на фундаментні опори або пневмоколісне ходове устаткування. Під кожним бункером розміщені дозатори, які безперервним рівномірним потоком подають мінеральний матеріал на стрічку транспортера. Щоб не допустити вільноутворення в бункерах, на стінці кожного бункера встановлений сводообрушувач. Останнім часом стали влаштовувати велику кількість бункерів або бункера більшого об'єму. Це пояснюється прагненням збільшити запас матеріалу, а також зменшити діапазон необхідної продуктивності підбункерних живильників за рахунок завантаження декількох бункерів однією фракцією, що становить в суміші високий відсоток.

Над бункерами розташовані похилі грати, перешкоджаючі попаданню матеріалів негабаритів в бункери. Для попереднього дозування холодних кам'яних матеріалів використовуються дозатори циклічної дії (кареточні) і безперервної дії (дискові, вібраційні і стрічкові). Простими дозаторами є дискові живильники.

Диск встановлений під вихідним отвором бункера. Пісок або щебінь з бункера під дією власної ваги поступає на диск, що обертається, і скидається з нього відсикачем. Кількість поступаючого матеріалу може змінюватися за рахунок зміни положення відсикачем або швидкості обертання диска. Кареточні живильники є дозаторами циклічної дії, мають простий конструктивний пристрій. Основним елементом кареточного живильника служить каретка, яка скоює поворотно-поступальну ходу. Каретка встановлена в направляючих під вихідним отвором бункера. Хід каретки не перевищує звичайно 6 см. Кількість подвійних ходів каретки в середньому складає 50 в хвилину. При зменшенні частоти коливань підвищується точність дозування. Продуктивність кареточного живильника регулюють секторним затвором. Вона залежить від ширини каретки, положення секторного затвора, амплітуди і частоти коливань каретки. Вібраційні дозатори складаються з похилого лотка, підвішеного під випускним отвором бункера. На лотку встановлене джерело вібрації. Продуктивність дозатора регулюють секторним затвором.

Найбільш поширені сушильні барабани на АБЗ циліндричної форми. Рівномірний нагрів мінерального матеріалу досягається за рахунок обертання сушильного барабана і наявності усередині барабана спеціальних лопастей, які багато разів піднімають матеріал і скидають його в потоки гарячих газів. Причому, конструкція лопастей, особливо з боку подачі тепла, повинна бути такою, щоб мінеральний матеріал своєю масою не перегороджував шлях полум'я форсунки. Чим далі розповсюджується полум'я форсунки, тим інтенсивніше і продуктивній виконується сушка і нагрів мінеральних матеріалів. По довжині сушильного барабана можна умовно виділити три зони: нагріву вологого матеріалу, інтенсивної сушки (випаровування вологи) і зону нагріву висушеного матеріалу.

Для підвищення ефективності теплопередачі в кожній зоні встановлюють певні параметри процесу, у тому числі і швидкості проходження матеріалом кожної зони. Різні швидкості проходження матеріалу досягаються за рахунок зміни кута нахилу підйомно-транспортуючих лопатей і їх конструкції, кількості тепла, що подається, конструкції підйомно-транспортних лопатей усередині барабана і ін. Кут нахилу сушильного барабана знаходиться в межах від 2 до 8°. Регулювання кута нахилу виробляється за допомогою гвинтових або гідравлічних пристроїв, обладнаних покажчиком положення барабана, в градусах кута нахилу. Можливість зміни частоти обертання сушильного барабана забезпечує відносно простий перехід з одного режиму сушки на інший при зміні умов роботи (вогкості початкового матеріалу, його гранулометричного складу або того і іншого одночасно), що звично буває при переході з однієї рецептури суміші на іншу, наприклад при переході з виготовлення піщаної асфальтобетонної суміші на виготовлення грубозернистої суміші.

У конструкціях сучасних сушильних барабанів прагнуть збільшити їх діаметр. Однією з причин цього є відмова від створення топок, що забезпечують повне згорання палива. Тому частина палива згорає безпосередньо в сушильному барабані. Для забезпечення його повного згорання необхідно знижувати швидкість руху струменя розпилювача. Це досягається збільшенням внутріш-

нього діаметру сушильного барабана. Крім того, в барабанах більшого діаметру знижується швидкість руху димових газів і зменшується відсмоктування крупних частинок.

В якості сортувального обладнання найбільш поширеними є грохоти барабанного типу. Завантаження піску і щебеня в циліндровий (барабанний) грохот виконують через завантажувальний лоток. Циліндровий грохот є циліндром (іноді випускають грохоти у вигляді усіченого конуса) з листової сталі з отворами, діаметр яких відповідає необхідним розмірам окремих фракцій.

Діаметр циліндрового грохоту може бути від 0,7 до 1,5 м. Гуркіт розділяють на декілька секцій, що розрізняються розміром отворів. Довжину секцій гуркоту влаштовують такій, щоб матеріал даної фракції встигав відділитися за час проходження через неї, причому спочатку відсіваються дрібні фракції, а потім крупніші. Циліндровий гуркіт встановлюють під кутом 4-7° до горизонту, конічний - горизонтально. Найбільш поширений барабанний гуркіт, що складається з трьох секцій. Обидва, частини секцій виготовляють із сталевих перфорованих листів з круглими отворами сит, діаметрами 6, 18 і 40 мм. На ситах одержують дві фракції щебеня - 5-15 і 15-40 мм і одну фракцію піску 0-5 мм.

Конструкція «гарячих» бункерів має багато секційну компоновку. Місткість відсіків «гарячих» бункерів приймають з розрахунку менш півгодинного запасу матеріалів. У той же час установки, в яких запас матеріалів дуже обмежений, вимагають ретельнішого попереднього дозування піску і щебеня з урахуванням рецептури сумішей, що виготовляються. Найчастіше зустрічаються бункери, розділені на три відсіки для матеріалу фракцій 0-5, 5-15 і 15-40 мм. У ряді конструкцій бункери мають додатковий відсік для мінерального порошку, куди останній поступає безпосередньо з складу. У бічних відсіках бункерів зроблені отвори для скидання надлишків матеріалу, що накопичується. Для скидання щебеня, що не пройшов через сита (більше 40 мм), є спеціальний лоток. Цей матеріал поступає в спеціальні ємності. На виході матеріалів з відсіків встановлені затвори, які забезпечують своєчасну подачу кожної фракції кам'яних матеріалів до дозуючих пристроїв і припинення подачі в потрібний момент. Для забезпечення безперервної роботи установки змішувача необхідний контроль за рівнем матеріалів кожної фракції у відсіках гарячих бункерів. З цією метою використовують датчики наявності матеріалів. Найбільш поширені механічні датчики. Коли рівень матеріалу досягає чутливого елемента і утрудняє його рух, датчик спрацьовує, фіксуючи наявність матеріалу.

У витратних «гарячих» бункерах накопичується значна кількість нагрітих матеріалів, тому необхідно зберегти температуру матеріалів і забезпечити контроль температури. «Гарячі» бункери, як правило, мають теплоізоляцію, яка дозволяє зберегти температуру матеріалу протягом довгого часу. Для контролю температури матеріалів в «гарячих» бункерах використовують термодатчикитермопари, вбудовані в нижній частині бункерів. Контроль температури дуже важливий в початковий період роботи при пуску змішувача. При низькій температурі наявного матеріалу в «гарячих» бункерах останні виводяться шляхом пропуску через дозатори і змішувач. Контроль температури в «гарячих» бунке-

рах також полегшує настройку сушильного барабана на заданий режим роботи з урахуванням теплових втрат в процесі руху нагрітих кам'яних матеріалів від сушильного барабана до дозаторів. На практиці застосовують затвори найрізноманітніших конструкцій: секторні, шибєрні, шелепні і т.п. Найбільш зручні при дозуванні піску і щебеня секторні затвори. Вони забезпечують швидке і плавне регулювання продуктивності, що робить істотний вплив на точність роботи дозуючої системи. Затвори приводяться в дію електромеханічними, пневматичними або гідравлічними приводами, що мають дистанційне ручне або автоматичне керування

Конструкцію бітумосховища, бітумоплавильного агрегату, бітумного насосу та бітумопроводів розглядали при вивченні баз зберігання бітумних матеріалів.

Мінеральний порошок зберігається у складах закритого типу. Найбільш поширеною є зберігання мунерального порошку у силосах. Силос це – циліндричної форми ємність, яка має звуження у нижній частині. Відбір мінерального порошку та його транспортування виконується за допомогою стисненого повітря (компресор). З метою запобігання злежаності порошку та утворення куполу у силосі розташований вал із лопастями, який періодично перемішує порошок. Також, через деякий час виконується перекачування мінерального порошку із силоса в силос.

Для приготування асфальтобетонних сумішей застосовують асфальтозмішувачі двох типів: вільного і примусового перемішування. Змішувачі вільного перемішування є циліндровим барабаном, що обертається навколо горизонтальної осі. Усередині барабана є лопаті. Змішування компонентів відбувається при обертанні барабана під впливом переміщення частинок матеріалів. Матеріал за допомогою лопастей захоплюється і підіймається до тих пір, поки значення сили тяжіння не перевищить сили зчеплення. У цей момент відбувається падіння матеріалів.

Змішувачі вільного перемішування не забезпечують необхідної якості змішування, тому їх застосовують головним чином для приготування бітумно-мінеральних сумішей, використовуваних для пристрою підстави дорожнього одягу. У змішувачах примусової дії перемішування здійснюється за допомогою валів, що обертаються, на які кріпляться лопаті. Змішувачі, як правило, двовальні. Ефект змішування в значній мірі залежить від конструкції лопастей і їх установки на валу: кута нахилу лопаток до площини обертання, центрального кута, утворюваного сусідніми лопастями в описуваному колі, і кроку (відстані) між лопатями при їх розміщенні на валу.

При установці лопастей по схемі, при якій матеріал циркулює по периметру змішувача, забезпечується інтенсивний масообмін компонентів суміші і відповідно рівномірне і в коротші терміни змішування мінеральних частинок і терпкого у всьому об'ємі суміші. Таку схему розташування лопастей в даний час застосовують при конструюванні змішувачів. Інтенсивність і якість змішування компонентів підвищуються при збільшенні швидкості обертання валів з одночасною подачею бітуму, під тиском. В цьому випадку перемішувана маса одержує



значну енергію руху і знаходиться в зваженому стані. Подача бітуму в розпиляному вигляді забезпечує в такому стані мінерального матеріалу якісне обволікання його частинок. Досвід експлуатації ряду установок змішувачів показує, що перемішування матеріалів закінчується практично одночасно із закінченням надходження в змішувач бітуму.

За принципом дії змішувачі поділяються на періодичної дії та безперервної дії. Особливістю таких змішувачів є те, що при перемішуванні асфальтобетонна суміш переміщується безперервним потоком від завантажувального пристрою до розвантажувального. У змішувачах безперервної дії лопаті на лопатевих валах встановлені так, що при перемішуванні суміш переміщується у бік розвантажувального отвору з певною швидкістю. Зміна тривалості часу перемішування досягається за рахунок відповідної перестановки лопатей або зміною кута нахилу корпусу змішувача до горизонту.

Накопичувальні бункери відрізняються тривалістю зберігання готових сумішей, методом їх установки, кількістю секцій, здібністю до швидкої перебудови. За тривалістю зберігання матеріалів накопичувальні бункери ділять на бункери короточасного зберігання (до 12 годин) і бункера з системою обігріву, в яких суміш можна зберігати протягом декількох днів. Конструктивно вони відрізняються системою ізоляції і теплоізоляції, спеціальними пристроями для герметизації, об'єму і іноді введенням інертних газів для запобігання старінню бітуму. Ці бункери можуть бути односекційними і багатосекційними. Декілька секцій дозволяють збільшити об'єм суміші одного складу, що зберігається, або зберігати суміші різного складу і відпускати їх одночасно різним споживачам. Форма бункера впливає на його теплотехнічні показники, металоємність і схильність суміші до сегрегації при завантаженні і вивантаженні.

Дозування мінеральних матеріалів і бітуму. Для приготування якісних асфальтобетонних сумішей стабільного складу необхідно забезпечити ретельне дозування всіх матеріалів, що становлять суміш, перед введенням їх в змішувач. Для дозування використовують різні дозуючі пристрої, які вибирають залежно від вигляду і властивостей матеріалів, характеру технологічного процесу перемішування, вимог до точності дозування. Дозуючі пристрої можуть бути ваговими або об'ємними. Практика показала, що найбільшу точність дозування одержують при використуванні вагових дозаторів. Об'ємні дозатори застосовують при виготовленні спрощених бітумно-мінеральних сумішей, а при виготовленні асфальтобетонних сумішей їх використовують тільки в поєднанні з ваговими контрольними вагами. Вживані для виготовлення асфальтобетонних сумішей вагові дозатори володіють точністю дозування до  $\pm 2\%$ .

Кам'яні матеріали різних фракцій можна зважувати одночасно на окремих поряд розташованих вагах або послідовно на так званих вагових пристроях, що «підсумовують». Часто застосовують ваги типу важеля. Механізм важеля укріплюють на корпусі спеціальних вагових бункерів, в яких відважують кам'яні матеріали, що поступають з відсіків «гарячого» бункера. Ваги обладнані головою циферблата. Для зменшення погрішності дозування, пов'язаної з пересипанням матеріалів (головним чином грубозернистого), бункери обладнані секційними

затворами, а головка циферблату на вагах - спеціальними контактами попереднього відсічення матеріалів.

Для дозування бітуму і рідких поверхнево-активних речовин використовують дозатори об'ємної дії. Вони бувають типу поплавця, горизонтальні з регульованим вільно плаваючим поршнем, вертикальні з регульованими трубками для відведення надлишків в'язучого, а також насоси-дозатори з нерегульованою і регульованою продуктивністю. Найпростіша конструкція у дозатора-поплавця. Бітум по трубопроводу через наповнювальний кран поступає в ємність, в якій відміряється певна порція. Кількість бітуму в місткості дозування реєструється на шкалі за допомогою спеціального покажчика із стрілкою, зв'язаного гнучким сталевим тросом з металевим поплавцем, положення по висоті якого визначається кількістю бітуму в місткості. Коли стрілка займе певне положення, що показує заповнення місткості необхідною кількістю бітуму, наповнювальний кран закривається. Віддозована кількість бітуму виходить через зливний кран, трубопровід якого підключений в систему шестерінчастого насоса, що забезпечує подачу бітуму в змішувач під тиском. Враховуючи, що точність роботи об'ємного дозатора терпкого в значній мірі залежить від зміни температури бітуму, яка впливає на його в'язкість і об'ємну масу, конструкція дозатора передбачає спеціальний обігрів нижньої половини місткості дозатора, наповнювального і зливного кранів, наповнювального патрубку і циркуляційного трубопроводу. Обігрів може здійснюватися як парою, так і рідкими теплоносіями.

#### 2.4.1.4 Машини та механізми, які використовуються на АБЗ

На асфальтобетонних заводах для безперервного транспортування мінеральних матеріалів використовують стрічкові і гвинтові конвеєри, ковшові елеватори, аерозолоби і пристрої пневматичного транспорту.

Ефективність транспортування матеріалів залежить від їх властивостей: гранулометричного складу, кута природного укосу у спокої і в русі, насипної маси, коефіцієнта тертя між матеріалом і поверхнею і т.п. У табл. 2.2 приведена характеристика матеріалів, що враховується при транспортуванні.

Таблиця 2.2 - Характеристика матеріалів, що транспортуються

Найменування матеріалу	Насипна маса, кг/м <sup>3</sup>	Кут природного укосу, град		Коефіцієнт тертя матеріалу об сталь	
		у спокої	в русі	у спокої	в русі
Щебінь	1400-1500	45	35	1	0,7
Гравій	1400-1600	45	30	1	0,58
Пісок	1400-1700	45	30	1	0,58

Стрічкові конвеєри. Стрічковими конвеєрами можна переміщати пісок і щебінь в горизонтальному напрямі і під кутом до 22°. Стационарні стрічкові конвеєри мають довжину до 200 м. Стрічки виконують шириною 300, 400, 500, 650, 800, 1000, 1200, 1400, 1600 мм з декількох шарів прогумованої бавовняної тканини. Конвеєри завантажуються матеріалами через випускні отвори бункерів, розвантажуються через кінцевий барабан, а при необхідності проміжного

розвантаження - плужниковими зкидувачами і розвантажувальними візками.

Ковшові елеватори. Ковшовими елеваторами можна переміщати пісок і щебінь у вертикальному і похилому напрямках. Для переміщення матеріалів використовуються ковші, які змонтовані на втулково-роликовому ланцюзі або прогумованій стрічці.

Гвинтові конвеєри (шнеки). Гвинтовими конвеєрами (шнеками) можна транспортувати пилоподібні і легкосипучі матеріали на відстань до 40 м. Конвеєр складається з металевого жолоба або труби і гвинта, що обертається в ньому, який встановлений в проміжних і наполегливішому підшипниках. Завантажується матеріал через завантажувальні патрубки, розвантажуються через розвантажувальні патрубки. Гвинтовий конвеєр переміщає матеріал, як правило, в горизонтальному напрямі або з невеликим підйомом (до 20°). Найпоширенішими є шнеки діаметром 200- 400-500 мм.

Пневматичний транспорт. Для транспортування мінерального порошку на асфальтобетонних заводах останніми роками стали застосовувати пневмотранспорт. Пневмотранспорт мінерального порошку здійснюється за допомогою гвинтових пневмонасосів або камерних пневможивильників, що подають мінеральний порошок разом із стислим повітрям по сталевих трубах, діаметр яких встановлюють залежно від продуктивності. Гвинтовий пневмонасос володіє продуктивністю від 15 до 100 т/годину залежно від діаметру живлячого шнека. Витрата повітря тиском 0,35-0,4 МПа (3,5-4,0 атм) складає 25- 30 м<sup>3</sup>/т мінерального порошку при переміщенні на відстань 200 м. Камерний пневможивильник є герметично закритою камерою місткістю від 2 до 5 м<sup>3</sup>; після завантаження її мінеральним порошком в камеру подається стисле повітря тиском 0,3-0,6 МПа (3-6 атм), який видавлює з камери мінеральний порошок і нагнітає його в трубопровід. Витрата електроенергії на живлення камерних насосів приблизно на 30% - менш ніж в гвинтових. Продуктивність установки пневмотранспорта визначають виходячи з добової потреби в подачі мінерального порошку як в силоси, так і з силосів до асфальтозмішувальної установки. Значення масової концентрації, що представляє відношення маси матеріалу, що транспортується, до маси повітря, визначають залежно від довжини транспортування:

#### 2.4.2 ЦЕМЕНТОБЕТОННІ ЗАВОДИ

Основною продукцією цементно-бетонних заводів (ЦБЗ) є цементні розчини та цементні бетони. Для виготовлення цементних розчинів застосовуються пісок (або інший дрібний мінеральний заповнювач), неорганічне або комплексне в'язуче, вода, хімічні добавки або ПАР. Для виготовлення цементних бетонів застосовують щебінь (гравій), шлак або інший мінеральний заповнювач), пісок (або інший дрібний мінеральний заповнювач), неорганічне або комплексне в'язуче, вода, хімічні добавки або ПАР. Виготовлена продукція з може ЦБЗ поставлятися як на будівельні майданчики, так і на заводи з виготовлення залізо-бетонних виробів та конструкцій.

#### 2.4.2.1 Класифікація ЦБЗ

Цементно-бетонні заводи по терміну дії в зоні обслуговування можна розділити на стаціонарні, напівстаціонарні і пересувні.

Стаціонарні цементно-бетонні заводи призначені для цілорічного забезпечення бетонною сумішшю дорожньо-будівельних об'єктів в певному радіусі і на тривалі терміни. Продукцією стаціонарних цементно-бетонних заводів є готова бетонна суміш, суха суміш, цементні розчини. Стаціонарні заводи можуть бути самостійними або входити до складу заводу залізобетонних виробів. Термін служби і виробнича потужність їх встановлюються перспективним розвитком дорожнього будівництва в даному районі. Напівстаціонарні (інвентарні) цементно-бетонні заводи призначені для обслуговування ділянки автомобільної дороги, що будується. Термін дії таких заводів на одному місці коливається від 2 до 3 років. Пересувні цементно-бетонні заводи призначені для обслуговування ділянки дороги при порівняно короткому терміні дії на одному місці. Такі заводи мають мобільне устаткування, що дозволяє швидко переміщати завод з однієї стоянки на іншу при малих витратах часу і засобів. Будівельні конструкції таких заводів виконуються збірно-розбірними і транспортабельними.

Як показує вітчизняна і зарубіжна практика, стаціонарні заводи забезпечують високу якість приготування бетонної суміші, що в значній мірі визначає міцності і експлуатаційні показники побудованих споруд. Проте ця перевага може бути реалізована тільки при невеликих відстанях возки бетонної суміші (10-15 км). В той же час стаціонарний цементно-бетонний завод є складним і дорого-стоїть виробничим підприємством, тому звичайно прагнуть використовувати цементно-бетонний завод на одному місці якомога довше, але це приводить до збільшення дальності транспортування суміші, що неминуче спричиняє за собою зниження якості дорожніх споруд, а також організаційні ускладнення, що негативно позначаються на продуктивності. Проте можливе збільшення дальності возки і відповідно рентабельності роботи заводу на одному місці, але при цьому необхідні спеціальні транспортні засоби, що передбачають періодичне перемішування або домішування суміші в дорозі. Що повинне перешкоджати розшаруванню її і забезпечити рівномірну структуру до моменту укладання.

При будівництві цементно-бетонних покриттів із застосуванням сухої суміші остаточне приготування найчастіше виробляють в самохідних дорожніх бетонозмішувачах, що пересуваються по суміжній смузі земляного полотна, рідше - поряд з дорогою, що будується, або між рельсформами по основі. У останньому випадку передбачається наявність укріпленої основи, що допускає рух великовантажних автомобілів і бетонозмішувача. Перевагами організації робіт з сухою сумішшю є: можливість транспортування віддозованих сумішей на будь-які економічно виправдані відстані за наявності пристроїв, що запобігають розпилюванню цементу; можливість забезпечення на місці укладання постійної удобообработиваемості бетонної суміші. До недоліків слід віднести трудність організації робіт на дорогах з однією проїжджою частиною при ширині земляного полотна від 12 до 15 м, особливо за наявності слабкої підстави або

при суцільному армуванні покриття.

Для ефективного застосування пересувних заводів час, що витрачається на розгортання і згортання цих заводів, і вартість перебазування повинні бути мінімальними. Економічна ефективність і технічна доцільність споруди стаціонарних або пересувних цементно-бетонних заводів обґрунтовуються техніко-економічним розрахунком. ЦБЗ дорожнього будівництва бувають прирейкові, у яких всі споруди розміщуються біля залізниці; притрасові, які розташовуються у автомобільній дорозі, що будується. У другому випадку початкові матеріали найчастіше доставляють автотранспортом від прирейкових базисних складів або безпосередньо з кар'єрів. Залежно від виду продукції розрізняють заводи: бетонної суміші або розчинів; сухих сумішей; комбіновані, розраховані на виготовлення бетонної суміші і розчинів.

По типу основного устаткування цементно-бетонні заводи підрозділяють на заводи циклічної (періодичного) і безперервної дії. Заводи циклічної дії обладнані машинами змішувачів з періодичним завантаженням, перемішуванням і вивантаженням матеріалів, а заводи безперервної дії - машинами змішувачів, в яких завантаження матеріалів, їх перемішування і вивантаження готової суміші виробляються безперервно. Залежно від компоновки устаткування цементно-бетонні заводи діляться на баштові і партерні. У заводах баштового типу все устаткування розташоване в одній башті. Матеріали, один раз підняті у витратні бункери, переміщуються потім зверху вниз під дією власної маси. Недоліком баштових заводів є їх велика висота (20- 30 м). Устаткування партерних заводів розташоване в горизонтальній площині, тому висота їх невелика і їх можна швидко вмонтувати і демонтувати.

До складу сучасного стаціонарного цементно-бетонного заводу із закінченим технологічним циклом входять:

- ✓ склади заповнювачів, навантажувально-розвантажувальні пристрої, устаткування для подачі заповнювачів на бетонозмішувальну установку і пристрої для підігріву заповнювачів в зимовий час;
- ✓ склади цементу, устаткування для розвантаження цементу з вагонів і подачі в силоси і від них в бетонозмішувальну установку;
- ✓ бетонозмішувальні установки, витратні бункери для заповнювачів і цементу з підйомно-транспортним устаткуванням, яке подає заповнювачі і цемент у витратні бункери, резервуари для води, дозатори, бетонозмішувачі і пристрої видачі бетонної суміші;
- ✓ енергетичне і теплове господарство;
- ✓ допоміжні цехи - ремонтно-механічний і ремонтно-столярний.

В деяких випадках схема цементно-бетонних заводів повинна передбачати можливість приготування і введення в бетонні суміші пластифікаторів, прискорювачів схоплювання бетону і тонкомолотих добавок. При поєднанні цементно-бетонного і розчину заводів їх доповнюють також складом вапна, установка-

ми для обробки вапна і приготування розчину.

При улаштуванні цементно-бетонних покриттів широке застосування одержали напівстаціонарні установки циклічної дії з автоматизованим управлінням. Автоматизація управління дозволяє найефективніше використати устаткування, підвищити якість бетонної суміші, що випускається, значно понизити трудомісткість приготування бетону і, отже, понизити загальну вартість будівництва дороги. В даний час будують такі заводи з двома основними схемами управління: автоматизованим дистанційним керуванням з центральних пультів і напівавтоматизованим управлінням, здійснюваним частково з робочих місць, а частково з пультів, розташованих у вузлових пунктах технологічної схеми (склад, дозування, відділення змішувача і т. п.). Дистанційна система дозволяє управляти механізмами і технологічними процесами з віддаленого пункту. Блокування забезпечує з певною послідовністю запуск окремих агрегатів, підтримку необхідних режимів і узгодження роботи машин і механізмів.

#### 2.4.2.2 Технологічні процеси приготування цементобетонної суміші

Технологічний розрахунок бетонозмішувального відділення полягає у визначенні основних технологічних показників заводу: виробничої потужності, годинної продуктивності, необхідного об'єму барабанів змішувачів, годинної і технічної продуктивності машини змішувача. Для обчислення річної продуктивності бетонозмішувального відділення слід визначити необхідне число машин змішувачів і тривалість циклу приготування одного замісу. Число бетонозмішувачів в цеху розраховують, виходячи з продуктивності однієї машини змішувача з урахуванням коефіцієнта використання устаткування

Типові бетонозмішувальні установки по вертикальній схемі із змішувачами об'ємом готового замісу 300, 800 і 1600 л є баштами з примикаючими до них галереями для стрічкових конвеєрів. Залежно від призначення ці установки виготовляють з металевим або залізобетонним каркасом.. Бетонозмішувальна установка баштового типу складається з декількох поверхів. На IV поверсі розташоване надбункерне відділення, де розміщені розвантажувальні пристрої і приводні станції стрічкового конвеєра, що подає заповнювачі, і пристрою для подачі цементу пневмотранспортом у витратні бункери бетонозмішувальної установки. Тут же розташовані циклони і фільтри з подаючим трубопроводом для уловлювання цементу, гвинтові конвеєри для транспортування його в цементні відсіки витратних бункерів і поворотна вирва для розподілу заповнювачів по різних відсіках витратних бункерів. На III поверсі розміщені витратні бункери для заповнювачів і цементу і місткості для води і рідких добавок. Бункери забезпечені пристроями для обмеження верхнього і нижнього рівнів матеріалів. Під бункерами розташовані вагові дозатори цементу, піску, щебеня і води. На II поверсі розташовані бетонозмішувачі періодичної дії з барабанами, що нахилиються, завантаження яких виробляється завантажувальною вирвою з перекидним клапаном. Перший поверх бетонозмішувальної установки використовується як роздаткове відділення з розміщенням в його верхній частині роздаткових бункерів готової бетонної суміші. Бетонну суміш з роздаткових бункерів виванта-

жують у вагонетки, на стрічковий конвеєр, в бадді, в автомобілі-самоскиди. Для безперервного приготування бетонної суміші застосовують двовальні змішувачі шнекового типу, для регулювання подачі матеріалів - автоматичні вагові дозатори безперервної дії.

При безперервному процесі приготування бетонної суміші на багато полегшується повна автоматизація процесу виробництва. Тому найбільше поширення набувають цехи і заводи-автомати, на яких подача початкових матеріалів, вибір марки бетону, дозування і перемішування компонентів, видача готової суміші на транспортні засоби з ваговим контролем продукції, що випускається, здійснюються автоматично за наперед зашифрованою на перфокарті програмою. Собівартість приготування суміші і витрата енергоресурсів на заводі-автоматі безперервної дії приблизно в 1,5 рази менше, ніж на такій же установці періодичної дії.

#### 2.4.2.3 Основне технологічне устаткування цементно-бетонних заводів

Приготування цементно-бетонних і розчинів сумішей полягає в дозуванні і перемішуванні складових бетону компонентів. Дозування компонентів (цементу, піску, щебеня, води і ПАР) здійснюють дозатори, перемішування їх - бетонозмішувальні і розчинозмішувальні установки. Технологічні схеми приготування бетонної суміші на стаціонарних заводах повинні передбачати комплексну механізацію всіх навантажувально-розвантажувальних і транспортних робіт на складах, подачу матеріалів у витратні бункери, дозування, приготування і видачу бетонної і сухої суміші при узгодженості роботи всіх виробничих і допоміжних цехів. Собівартість приготування бетонної суміші і розчину повинна бути мінімальною, що забезпечується підвищенням коефіцієнта використання механізмів і устаткування, скороченням обслуговуючого персоналу за рахунок централізації і часткової або повної автоматизації управління всіма виробничими операціями.

До сучасних бетоно- і розчинозмішувальних установок пред'являється ряд вимог, що впливають на технологічний процес, на набір устаткування і апаратури, а також і на склад цехів. Установки змішувачів повинні безперебійно забезпечувати суміші з незмінними якісними показниками, для чого якість і співвідношення компонентів, що поступають в змішувачі, а також режим перемішування повинні бути стабільні для всіх робочих циклів при виготовленні бетону даної марки. Постійність і однорідність складу і консистенції бетонної суміші і розчину в значній мірі залежать від стабільності сировини, точності дозування і тривалості перемішування. Необхідно, щоб перехід з однієї марки бетону або розчину на іншу відповідно до потреб споживачів здійснювався швидко, без складного переналадження. Операції управління і контролю приготування бетонної суміші повинні бути по можливості максимально централізовані.

Бетонозмішувальні і розчинозмішувальні установки класифікують за наступними ознаками:

- ✓ за принципом роботи машин змішувачів - на установки періодичної і безперервної дії;

- ✓ по потужності - на установки малої потужності з річною продуктивністю до 100 тис. м<sup>3</sup>, середньої потужності - від 100 до 300 тис. м<sup>3</sup> і великої потужності - понад 300 тис. м<sup>3</sup> в рік. У установці періодичної дії малої потужності переважно застосовуються машини змішувачів з об'ємом готового замісу до 380 л, в установках середньої потужності - до 800 л установках великої потужності - вищі 800 л;
- ✓ по компоновці відділень установок періодичної дії у вертикальній площині - на одноступінчаті (баштові) і двоступеневі. Будівельні і монтажні роботи при двоступеневій схемі установки змішувача простіші, ніж при одноступінчатій, оскільки відсутні споруди великої висоти, проте при двоступеневій схемі збільшується кількість підйомно-транспортних механізмів, збільшується площа забудови і об'єм будівельних робіт;
- ✓ за способом дозування бетонозмішувальні установки ділять на установки з об'ємним ручним дозуванням, ваговим напівавтоматичним і автоматичним дозуванням;
- ✓ за методами управління їх можна підрозділяти на установки з місцевим механічним і електричним управлінням, з дистанційним управлінням, з частковою, комплексною і повною автоматизацією. По компоновці установок змішувачів щодо схем вивантаження суміші установки бувають: із зовнішнім одностороннім вивантаженням на транспортні засоби; з центральним вивантаженням; з двостороннім зовнішнім вивантаженням; з комбінованим зовнішнім і внутрішнім вивантаженням
- ✓ по схемі розташування машин змішувачів в плані - на лінійні однорядні, дворядні і на кубла.

Машини змішувачів при лінійній схемі встановлюють в одну або дві лінії з одностороннім або двостороннім розташуванням бетонозмішувачів. При компоновці кубла навколо вертикальної осі установки змішувача концентрично розташовуються 3-5 бетонозмішувачів і витратні бункери заповнювачів і цементу, обслуговувані одним комплектом автоматичних дозаторів. Установки по лінійній схемі мають деякі експлуатаційні переваги в порівнянні з установками по схемі кубла. У них полегшується одночасна видача сумішей різних марок, скорочуються простоти, неминучі при ремонті єдиного при схемі кубла комплексу дозаторів і поворотної wirви.

Потужність установок змішувача залежить від числа і продуктивності бетонозмішувачів і від прийнятих для даної установки способів дозування і завантаження сировини. При виборі установок змішувачів слід враховувати, що крупні установки з бетонозмішувачами (розчинозмішувачами) великої місткості більш економічні по сумі капіталовкладень, собівартості продукції, по енерговитратах, будівельної культури будівель і т.п. Але в той же час вони не завжди дають можливість видавати одночасно таку кількість бетонної суміші (розчину) різних видів, яка може потрібно будівництву. Для цієї мети при устаткуванні,



що є на діючому заводі, і апаратурі зручніше користуватися декількома дрібнішими установками. Наявність декількох змішувачів в установці змішувача дозволяє видавати бетонну суміш (розчин) в періоди виходу з ладу одного із змішувачів і проводити ремонти без зупинки заводу в цілому.

У будівництві застосовують бетонозмішувачі з вільним (гравітаційним) і примусовим перемішуванням. Барабани змішувачів з вільним перемішуванням мають менший знос, але час перемішування у них більше. Змішувачі примусового перемішування витрачають велику потужність при меншому часі перемішування.

Розміри установки змішувача в значній мірі визначаються місткістю витратних бункерів. Щоб компоненти добре перемішувалися, об'єм барабана повинен бути значно більше об'єму завантажуваних матеріалів (у 2-3 рази). Змішувачі з примусовим перемішуванням як безперервної, так і циклічної дії, можна використовувати для приготування і розчинів. Типорозміри змішувачів визначають по годинній продуктивності для змішувачів безперервної дії і за об'ємом готового замісу для циклічних змішувачів. Бетонозмішувачі періодичної дії з вільним падінням перемішуваних матеріалів виготовляють по різних схемах. На практиці застосовують змішувачі з барабанами змішувачів циліндрової форми, що не нахилиються, з перекидними барабанами змішувачів грушовидної форми і з двоконусними барабанами, що нахилиються.

Барабани змішувачів циліндрової форми, що не нахилиються, в торцевих стінках мають завантажувальні і розвантажувальні отвори: таким чином, завантаження і розвантаження в них виробляється з різних сторін. Такі бетонозмішувачі мало придатні для жорстких і сухих сумішей. У них має місце значне налипання на стінки матеріалу і неефективна передача його з одного кінця барабана в інший, видача готової бетонної суміші відбувається маленькими порціями, часто суміш залишається невивантаженою.

Двоконусні барабани змішувачів, що нахилиються, складаються з двох конусів, сполучених між собою циліндровою вставкою і змонтованих на тій, що повертається траверсі. У таких бетонозмішувачах барабан безперервно обертається навколо його подовжньої осі і незалежно від цього обертання повертається навколо поперечної осі для вивантаження бетонної суміші. Для перемішування компонентів бетонної суміші конусні бетонозмішувальні барабани обладнані lopастями, жорстко закріпленими на внутрішніх стінках конусів. Перемішування компонентів відбувається інтенсивніше, ніж в циліндрових барабанах з горизонтальною віссю обертання.

Бетонозмішувачі періодичної дії з примусовим перемішуванням виготовляють з вертикальним або горизонтальним валом. Причому змішувачі з вертикальним валом бувають з нерухомою і обертається чашею, а змішувачі з горизонтальним валом (або небагато похилим) з одним або декількома валами.

У СНД випускають протипоточні бетонозмішувачі періодичної дії з примусовим перемішуванням вертикальним валом і що обертаються в різні боки чашею і внутрішніми lopастями.

Найраціональнішими слід рахувати секційні установки, у яких потуж-

ність може бути збільшена шляхом пристрою додаткових секцій. В цьому випадку можливе введення в експлуатацію установки по чергах. На будівництві автомобільних доріг терміни перебування цементно-бетонних заводів на одному місці часто обчислюються місяцями. Тому при таких коротких термінах роботи заводів на одному місці для швидкого їх перебазування з однієї будівельної ділянки на іншій повинна бути забезпечена максимально здійсненна збірність і розбірність, іншими словами інвентарність бетонозмішувальних і розчинозмішувальних установок, що дозволяє їх багатократний монтаж і демонтаж. При частому перебазуванні (через декілька місяців) заводи повинні володіти достатній мобільністю, не мати капітальних фундаментів і т.п.

Для приготування будівельних розчинів застосовують розчинозмішувачи. Основним заповнювачем розчинів є пісок (гравій або щебінь відсутні), тому знос лопастей і витрата енергії на їх обертання в розчинозмішувачах менше, ніж в бетонозмішувачах. Розчинозмішувачі працюють за принципом примусового перемішування циклічної і безперервної дії. Технологічний процес приготування будівельного розчину близький до процесу приготування бетонної суміші, тому конструкції змішувачів мають багато загального.

Бетоно- і розчинозмішувальні установки оснащуються витратними бункерами заповнювачів і цементу. Кількість відсіків в бункерах пов'язана з сортністю матеріалів, а співвідношення смностей відсіків різних фракцій щебеня повинне відповідати співвідношенню фракцій щебеня, що приймаються при дозуванні.

Для відмірювання матеріалів, що становлять бетонну або розчин суміш, установки змішувачів обладнають дозаторами з різними способами дозування: об'ємним, ваговим і комбінованим - об'ємно-ваговим.

Об'ємне дозування, зважаючи на малу точність і велику трудомісткість, застосовується лише в невеликих установках змішувачів, при невисоких вимогах до якості бетонної суміші. Найпрогресивнішим є масовий (ваговий) спосіб дозування матеріалів, який відрізняється від об'ємного високою точністю і швидкістю. При комбінованому способі мінеральні матеріали і воду беруть за об'ємом, з періодичною перевіркою їх маси, а цемент зважують.

За призначенням дозатори розрізняють: для дозування води і для дозування мінеральних матеріалів - піску і щебеня або гравію. Управління дозаторами може, бути ручне, напівавтоматичне і автоматичне. Найбільше застосування знаходять дозатори з автоматичним дистанційним керуванням, оскільки забезпечують велику точність дозування, швидкість зважування і легкість управління.

У автоматичних вагових дозаторах апаратуру на необхідну масу (вагу) встановлюють з центрального пульта. Після досягнення заданої маси (вага) завантаження автоматично припиняється. Вивантаження матеріалів в барабани змішувачів виробляється також автоматично

## 2.5 ПІДПРИЄМСТВА ПО ВИГОТОВЛЕННЮ БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ ТА КОНСТРУКЦІЙ

Широке застосування збірних конструкцій в будівництві автомобільних доріг вимагає масового виготовлення їх на підприємствах збірного залізобетону. В даний час створена могутня, оснащена передовою технікою, промисловість збірного залізобетону, забезпечує випуск залізобетонних конструкцій по широкій номенклатурі.

Збірні залізобетонні конструкції і деталі, вживані в дорожньому будівництві, згруповані в окремі типи. Кожен тип об'єднує конструкції однакового призначення, відмінні один від одного формою, розмірами, видом армування і заставних деталей, а також маркою бетону. Наприклад, збірні плити для доріг можуть бути різних форм: квадратні, прямокутні, шестикутні. Кожен тип плити, крім того, може мати декілька різновидів або типорозмірів, відмінних по довжині, ширині і товщині. Залізобетонні труби і кільця для водопропускних споруд можуть мати різну довжину, діаметр і товщину стінок, різноманітні способи стиковки між собою. У проектах інженерних споруд передбачається застосування в основному типових уніфікованих конструкцій і деталей, причому кількість типорозмірів повинна бути якнайменшою. Це дозволяє спеціалізувати заводи і полігони на випуску обмеженого асортименту виробів.

Початковими даними для проектування технологічних ліній заводів збірного залізобетону є: виробнича програма, номенклатура виробів, режими роботи підприємства, фонди часу робітників і баланс часу роботи устаткування. При розробці виробничої програми для проектування цехів і баз слід визначити випуск продукції в натуральних одиницях. При проектуванні технологічних ліній заводів збірних бетонних і залізобетонних конструкцій економічно важливо і необхідно, щоб устаткування на підприємстві відповідало заданій номенклатурі при оптимальному її асортименті.

Методика розрахунку оптимального асортименту зводиться до визначення такого співвідношення між різними видами залізобетонних конструкцій, при якому досягаються якнайкраще завантаження устаткування, мінімальні витрати на виробництво і максимальний прибуток підприємства. Визначення оптимального асортименту для технологічних, ліній легко здійснити тільки на заводах з детальною спеціалізацією.

На стадії технологічного проектування звичайно передбачається рівномірний випуск продукції. Річний об'єм робіт розподіляють по кварталах рівномірно; усередині кварталу по місяцях програму розбивають пропорційно кількості робочих днів у місяці. Розподіл випуску продукції в просторі означає визначення виробничої програми всіх підрозділів з ланок основного виробництва в їх взаємозв'язку і взаємозалежності. При розподілі випуску виробів між окремими, ділянками і лініями основного виробництва слід передбачати спеціалізацію, тобто закріплення за ділянками і лініями технологічно однорідних залізобетонних виробів і конструкцій. При технологічному проектуванні цехів нормами передбачається режим роботи підприємства, встановлює кількість робочих днів в

рік, кількість робочих змін в основному виробництві (звично 2) і для теплової обробки виробів (3 зміни), коефіцієнт використання технологічного устаткування і річний фонд роботи устаткування з урахуванням коефіцієнта використання, рівного 0,92.

При розрахунках виробничої потужності підприємства, при виборі і розрахунку устаткування, а також при визначенні чисельності робітників необхідно визначити календарний, номінальний і дійсний фонди часу роботи устаткування і робітників. Номінальний фонд часу роботи устаткування і робітників: місьць залежить від змінності. Номінальний фонд часу робітників визначають аналогічно з урахуванням того, що робітник протягом дня знаходиться на заводі тільки одну зміну.

## 2.5.1 ЗАВОДИ З ВИВИГОТОВЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ВИРОБІВ

Технологічна схема виробництва збірних залізобетонних конструкцій і деталей складається з наступних основних процесів: приймання, зберігання і транспортування сировини, заготівка арматури, приготування бетонної суміші, виготовлення конструкцій і деталей, прискорення твердіння конструкцій і деталей, розпалубки і доведення, зберігання готової продукції. У кожен процес входить ряд операцій. Формування і прискорене твердіння визначають технологічну схему виробництва збірних залізобетонних деталей. Процеси виготовлення окремих деталей мають багато загальних операцій, але технологія кожної деталі може мати свої особливості, залежні від конструкції виробів. Технологічний процес виготовлення збірних бетонних і залізобетонних виробів починається з вивантаження початкових матеріалів на склади сировини і кінчається відвантаженням готової продукції. Операції по розвантаженню і складуванню сировини, подачі заповнювачів і цементу в цех змішувача аналогічні цим же операціям на заводах товарного бетону.

### 2.5.1.1 Матеріали для виготовлення арматурних конструкцій.

Потреба в арматурній сталі зростає у міру збільшення виробництва збірного залізобетону. На армування звичних залізобетонних конструкцій йде 77%, а на заздальегідь напружені - 23% загальної витрати арматурної сталі.

Процес виготовлення арматурних елементів включає очищення від іржі і масла, попередню обробку сталі, заготівку елементів і» дроту і стрижнів, збірку сіток і каркасів, підготовку стрижнів, пучків, канатів для напружених конструкцій, виготовлення заставних деталей.

До обробки арматурної сталі відносять правку, волочіння, сплющення, силове калібрування, електротермічну напругу; до заготівки арматурних елементів - різання і гнуття. Збірка арматурних сіток і каркасів включає зварку сіток, гнуття плоских сіток, збірку просторових каркасів. Правку арматурної сталі діаметром 3-14 мм виробляють одночасно з різанням на верстатах-автоматах. Для правки арматури лозини діаметром 10-32 мм застосовують приводні верстати.

Волочіння - протягання металу через конусні отвори - філь'єри. В результаті одночасно відбувається розтягування і стиснення метал втрачає значну час-

тину пластичних властивостей і робиться жорсткішим. Сталь, піддану волочінню, називають холоднокатаною. Її поставляють металургійні заводи; на заводах ЗБВ рідко вдаються до такого прийому,

Сплющення - поширений спосіб зміцнення арматурної сталі, який полягає в прокатуванні прутка між парою рифлених валів, в результаті прутки деформується в одній або двох взаємно перпендикулярних площинах, придбаваючи періодичний профіль. Таку сталь поставляють металургійні заводи або готують на заводах ЗБВ. Унаслідок наклепа, що виникає при стисненні стрижня, межа текучості арматурної сталі підвищується на 25-30%. Для сплющення використовують верстати-автомати, які очищають арматуру, сплющують стрижні, правлять, ріжуть на лозини заданої довжини.

Силове калібрування - витягання стрижнів до напруги, що перевищує нормовану межу текучості даної сталі. В результаті підвищується її межа текучості. Витяжка відрізняється від силового калібрування тим, що процес контролюється не певною напругою, а величиною подовження.

Термічне зміцнення сталі - один з економічних методів зміцнення при великих об'ємах робіт. Технологічний процес включає доставку стрижнів в арматурний цех, укладання їх на подаючий пристрій, подачу під електроди, електронагрів до 900-1000° С, скидання стрижнів в гартівну ванну, виїмку охолоджених стрижнів і укладання під електроди, електронагрів до температури відпустки 325-375° С, охолодження до температури навколишнього середовища, видачу зміцнених стрижнів. Термічне зміцнення застосовують головним чином для напруженої арматури періодичного профілю класів А-II і А-III. Після такої обробки сталь придбає властивості, що дозволяють віднести її до класу Ат-IV, Ат-V, Ат-VI, тобто показники міцності зростають в 2-2,5 рази. Швидке охолодження нагрітого стрижня у воді додає сталі гарт. Потім для зняття внутрішньої напруги і додання сталі необхідну пластичність виконують відпустку. Критерієм для визначення температури нагріву є подовження, тому виробляють індивідуальний нагрів кожного стрижня.

Зварювання стрижнів. При необхідності подовжити арматуру або використати обрізання вдаються до контактної стикової електрозварювання. Стрижні великих діаметрів сполучають дуговою зваркою з накладками або з перекриттям. Контактну стикову зварку звичайно здійснюють методом сплаву торців стрижнів, що звільняє від попереднього обпилювання торців для утворення хорошого контакту. Виготовлення арматурних елементів включає різання арматури по заданій довжині, гнуття стрижнів, виготовлення хомутів і монтажних петель. Різання і гнуття виробляють на ручних і приводних верстатах. Для зниження собівартості виготовлення залізобетонних виробів бажано одержувати з металургійних заводів готові арматурні сітки і виготовляти на місці об'ємні каркаси шляхом гнуття ненапруженої арматури. Стрижні в місці їх перетину зварюють точковою зваркою, застосовуючи одноточкові і багатоточкові машини, зварювальні кліщі. Гнуття сіток виробляють на гібочних машинах, виготовлення об'ємного просторового каркаса - на монтажному кондукторі.

Заставні деталі. Більшість з'єднань залізобетонних конструкцій здійсню-

ють за допомогою зварки заставних деталей, заанкерюваних в бетонні елементи, що сполучаються. Їх виготовляють з куточків і швелерів на верстатах з подальшим різанням на ножицях гільйотин, ацетиленово-кисневим, бензиновим або газовим різаками. В цілях економії металу на монтажні петлі застосовують клинові захоплення, вакуум-захоплення і ін. Безпелтьовий спосіб монтажу дозволяє, не тільки економити сталь, але і поліпшити безпеку монтажних робіт, підвищити продуктивність праці монтажників на - 25-30%

#### 2.5.1.2 Виготовлення арматурних каркасів

Як арматуру збірних залізобетонних виробів застосовують гарячекатану круглу сталь і сталь періодичного профілю, сталь, піддану механічному зміцненню, високоміцний дріт.

Технологічний процес виготовлення арматури складається з трьох послідовних етапів: попередньої обробки арматурної сталі, її заготівки і виготовлення сіток і каркасів. Попередня обробка включає розмотування, правку, очищення стали. Ці операції доцільно сумістити з операціями по заготівці - відмірюванню, різанню і гнуттю. Для цієї мети застосовують комплексне устаткування у вигляді верстатів правильно-обрізів і машин для гнуття арматури. Арматуру для збірних залізобетонних конструкцій, як правило, виготовляють у вигляді зварних сіток і каркасів. При виготовленні арматурних каркасів спочатку роблять плоскі сітки, а потім зварюють їх в просторові каркаси. Для зварки сіток стрижні заздалегідь укладають в кондуктор на робочому столі зварювальної машини. Після збірки арматури кондуктор пересувають по столу до зварної машини, зварюють місця перетинів, що знаходяться в кондукторі стрижнів по контуру сітки, а потім, коли стрижні вже сполучені між собою, сітку знімають з кондуктора, і подальшу зварку виробляють без кондуктора. Кондуктор повертають на кінець столу для укладання стрижнів наступної сітки.

#### 2.5.1.3 Формування залізобетонних виробів

При виготовленні залізобетонних конструкцій на заводах велике значення для якості виробів мають однорідність і постійність заданих властивостей бетонної суміші. Формування виробів значно полегшується, якщо свіжоприготована бетонна суміш однорідна, а її рухливість і удобоукладиваемість стабільні і не змінюються в процесі виробництва. Легкоукладальність бетонних сумішей характеризується показником технічної в'язкості суміші, вираженої в секундах, а рухливість бетонних сумішей характеризується осіданням стандартного конуса в сантиметрах. Приготування жорстких бетонних сумішей виробляється бетонозмішувачами з примусовим перемішуванням в бетонному цеху, роботу якого організують по аналогії з цехами на заводах товарного бетону. До місця укладання бетон доставляють стрічковими конвеєрами або в бадах. Форми, в яких виготовляють збірні конструкції і деталі, роблять роз'ємними або нероз'ємними. Роз'ємні форми при распалубці розбирають і потім знов збирають. Нероз'ємні форми при распалубці не розбирають, а борти їх відводять на шарнірах убік. У бортових формах днищем служать переносні піддони, стендові майданчики або

платформи-вагонетки.

Форми всіх типів повинні бути жорсткими настільки, щоб в процесі формування або транспортування конструкцій, що виготовляються, прогинання днища або бортів було що не більш допускається. Всі форми повинні мати точні незмінні геометричні розміри, що забезпечують задані допуски розмірів готових виробів і в той же час складатися з мінімальної кількості конструктивних елементів і кріпильних деталей.

Зовнішні поверхні сталевих форм офарблюють чорним лаком, що витримує температуру пропарювальних камер. Внутрішню поверхню форми для запобігання зчепленню з бетоном перед укладанням суміші мастьє спеціальними розчинами. Наперед виготовлені арматурні сітки і каркаси встановлюють у форму відповідно до робочого креслення виробу. Величина захисного шару бетону залежить від точного дотримання розмірів і якості зварки каркаса. Одночасно з установкою арматури у формі розміщують заставні деталі.

Головна особливість задалегідь напружених залізобетонних виробів це попереднє обжимання бетону для того, щоб створити в ньому початкову напругу із знаком, протилежним тому, яке виникає в залізобетонному елементі під впливом експлуатаційних навантажень. Це дозволяє понизити витрату сталі і бетону за рахунок використання арматури і бетону високої міцності, підвищити жорсткість, витривалість і тріщиностійкість виробів, що особливо важливе для конструкцій, що працюють під впливом навантажень, що багато разів повторюються (дорожні плити, шпали).

Напружений стан виходить унаслідок попереднього натягнення арматури і передачі зусиль від натягнутої арматури на бетон після досягнення їм необхідної міцності. Конструкції, в яких арматура натягається до бетонування, по характеру і способам закладення напруженої арматури можна розділити на наступні види: з безанкерною арматурою, з безперервним армуванням тонким дротом і із заанкерованною арматурою. Конструкції, в яких арматура натягається після затвердіння бетону, можуть бути з пучковою арматурою із сталевого дроту і із стрижньовою арматурою великих діаметрів. Найбільш економічнішими є струнобетонні, задалегідь напружені залізобетонні конструкції, армовані високоміцним сталевим дротом (струнами) без спеціального анкерівки.

Таким чином армують дорожні плити, деякі інші вироби, дліномірні плоскі конструкції. При використуванні як арматура окремих стрижнів із сталі періодичного профілю натягнення арматури на формах, звичайно, виробляють електротермічним способом. Суть цього способу з нагріванням арматури поза формою полягає у тому, що арматура заготовлюється в холодному стані так, щоб відстань між анкерними пристроями кінців була менше відстані між зовнішніми торцями упорів форми. Процес натягнення арматурних стрижнів полягає в їх подовженні шляхом електронагріву до температури 350-400° в спеціальній установці, укладанню стрижнів у форму і їх охолоджуванні. Укладання бетону у форму допускається тільки при температурі стрижнів нижче 100°. Арматування збірних виробів з натягненням арматури на затверділий бетон виробляють рідше і головним чином в крупних конструкціях. Натягнення арматури в

цьому випадку відбувається після того, як бетон в конструкціях, що виготовляються, затвердіє. При цьому сама конструкція служить упором для пристосувань, за допомогою яких натягують арматуру. Арматуру можна застосовувати у вигляді пучків високоміцного дроту або у вигляді товстих стрижнів, причому у момент натягнення арматура не повинна зчіплюватися з бетоном.

Процес формування конструкцій і деталей складається з двох основних операцій - укладання бетонної суміші і її ущільнення. Формування виробів відбувається у формах, де вироби залишаються від моменту укладання бетонної суміші до распалубці готової конструкції. Укладання бетону у форми виробляють бетонорозподільниками.

При укладанні бетонної суміші повинні бути забезпечені:

- правильне положення арматури і заставних частин;
- повнота заповнення форми в цілому і всіх проміжків між стінками форми і арматурою, а також між окремими її стрижнями;
- густина бетону;
- необхідний характер поверхні бетону.

При укладанні бетонної суміші для фіксації арматури застосовують фіксатори, підкладки і ін., а також різні пристрої для швидкого повного і правильного розміщення бетонної суміші у формі, для розрівнювання її і загладжування верхньої поверхні.

Незмінне положення заставних частин забезпечується різними способами: приварюванням до арматури спеціальними анкерами, закладенням в бетон за допомогою жорстких кондукторів і т.п. Найважливішою умовою для отримання бетону високих фізико-механічних властивостей є хороше ущільнення суміші в процесі формування. Процес ущільнення полягає у тому, що під впливом механічних дій сили тертя і зчеплення між частинками бетонної суміші долаються і частинки бетону розміщуються найкомпактніше щодо один одного.

При заводському і полігонному виробництві залізобетонних і бетонних конструкцій і деталей застосовують різні способи ущільнення бетонної суміші: вібрація, вібрація з завантаженням, трамбування, центрифугування, вакуумування, вібропрокат, а також комбінації перерахованих способів.

Вібрація є найефективнішим способом ущільнення бетонних сумішей. При вібрації бетону повідомляють малі по величині і дуже часті за часом імпульси, які приводять всі частинки бетонної суміші в стан коливального руху. Під впливом вібрації сильно зменшується тертя між частинками бетону, в'язкість цементного тесту і бетонної суміші в цілому, і суміш придбаває рухливість, властиву рідині. Під дією сил тяжіння частинки бетонної суміші зміщуються щодо один одного і значно ущільнюються в загальному об'ємі суміші; повітря і зайва вода витісняються з бетонної суміші. Таким чином, в результаті вібрації підвищується густина бетону.

При вібрації бетону застосовують поверхневі, зовнішні і внутрішні вібратори. Поверхневі вібратори передають коливання бетонній суміші, за допомогою робочого майданчика або рейки, встановлюваних на відкриту поверхню бетону. Зовнішні вібратори закріплюють на формі і через неї передаються коли-



вання. Внутрішні вібратори поміщають усередині бетонної суміші.

Найпоширенішим способом ущільнення бетону збірних дорожніх конструкцій в заводських умовах є вібрація на віброплощадках і вібропрокат. Віброплощадки є горизонтальний стіл на пружних прокладках, що приводиться в коливальний рух вібромеханізмом. Коливання вібростолун передаються укріпленій на ньому формі з бетонною сумішшю. Режим формування виробів і ущільнення бетонної суміші (тривалість, амплітуда і частота коливань) залежить від форми і розмірів виробів, виду бетонної суміші і конструктивних особливостей вібраційного устаткування. Природний процес твердіння бетону до досягнення проектної міцності значно перевищує по тривалості всю решту операцій при виготовленні бетонних і залізобетонних виробів. Прискорення цього процесу є однією з основних умов заводського виробництва виробів, направленою на поліпшення використання робочих площ і прискорення випуску готової продукції.

Основним засобом прискорення твердіння бетону при виготовленні в заводських умовах, забезпечуючим майже повну проектну міцність протягом одних діб, є тепловолога обробка виробів. Найбільш поширене пропарювання виробів при атмосферному тиску в камері безперервної, періодичної дії або розбірних камерах. Пропарювання виробляється насиченою парою при відносній вологості повітря 90-100%. Камера не-переривчастої дії є тунелем, уздовж якого під час теплової обробки безперервно пересуваються вагонетки з оброблюваними виробами. З одного боку, вагонетки завантажуються в камеру, а з іншою - вивантажуються.

Періоди підйому температури - від 2 до 3 годин, за умови, що після розвантаження камери температура в ній повинна бути приблизно 30°. Період ізотермічного підігріву триває від 10 до 15 годин при оптимальній температурі в межах від 70 до 85°. У цих умовах майже після пропарювання міцність бетону досягає 70% від проектної міцності. Зниження температури (період охолодження) продовжується приблизно 1,5 години. Таким чином, цикл пропарювання залізобетонних конструкцій в камерах триває від 14 до 20 годин, з урахуванням часу завантаження і вивантаження конструкцій від 17 до 24 години. Температурний режим теплової обробки (швидкість підйому і зниження температури, тривалість прогрівання) встановлюється досвідченим шляхом з урахуванням всіх місцевих умов технологічного процесу. До камер періодичної дії відносяться камери ямного типу і напільні камери, які завантажуються і розвантажуються періодично з перервою подачі пари при завантаженні і розвантаженні. Залізобетонні конструкції і деталі після їх виготовлення не відразу поступають на будівництво. Якийсь час вони залишаються на складі. Протягом цього часу бетон продовжує придбавати міцність.

Окрім теплової обробки, для прискорення твердіння залізобетонних конструкцій і деталей застосовують швидкотверднучий портландцемент, відмінний тонким помелом. Як прискорювачі твердіння бетону застосовують також хімічні добавки: хлористий кальцій, хлористий натрій і соляну кислоту. Ці прискорювачі придатні для бетонів на пуццолановому або шлакопортландцементі, а також на портландцементях.

#### 2.5.1.4 Обґрунтування вибору технологічної схеми виготовлення збірних конструкцій

Виробництво збірних залізобетонних конструкцій для будівництва автомобільних доріг може бути організоване на діючих заводах залізобетонних виробів і полігонах, що мають різні способи виготовлення збірних конструкцій. Сучасний завод залізобетонних виробів є підприємством, до складу якого входять склади заповнювачів і цементу, бетонозмішувальний цех, складом готової продукції, котельня, компресорна, ремонтно-механічний цех і інші підсобні господарства. Виробництво збірних конструкцій складається з наступних операцій: приймання, зберігання і транспортування матеріалів; приготування бетонної суміші; виготовлення арматурних елементів і їх установки у форми; формування виробів і їх теплової обробки; складування готової продукції і видачі її споживачу. Розміщення цехів, окладів і інших споруд залежить від місцезонашування заводу, його продуктивності, способу доставки сировини і вивозу готової продукції. На заводі механізують всі головні технологічні операції: вивантаження матеріалів які поступають на склад, складування і подачу сировини в бетонозмішувальний цех, дозування компонентів і приготування суміші, доставку бетону у формувальний цех, укладання його у форми і ущільнення, внутрізаводський і внутрішньоцеховий транспорт форм і готової продукції. Виготовлення збірного залізобетону на заводах в порівнянні з виготовленням на полігонах забезпечує вищу продуктивність праці, кращу якість і меншу собівартість виробів.

На заводах залізобетонних виробів застосовують потоково-агрегатну, потоково-конвеєрну і стендову технологію виготовлення залізобетонних виробів і конструкцій. Потокові способи виробництва застосовують переважно на заводах, а стендовий - на полігонах. Основними показниками поточкових ліній є такт, ритм і темп. Такт (години, хвилини) потокової лінії визначається проміжком часу між випуском (або запуском) двох виробів, що послідовно виготовляються. Розглянуті показники служать основою для всіх подальших розрахунків поточкових ліній.

При потоково-агрегатному способі виготовлення залізобетонних виробів форми переносяться від одного поста ж іншому з довільним інтервалом, залежним від тривалості операції на цій посаді. Тепловолога обробка виробів виробляється в камерах пропарювання ямного типу, розділених на секції, відповідно розмірам виробів, що виготовляються. Цей спосіб виготовлення залізобетонних виробів вимагає менших витрат на організацію виробництва, дозволяє легко перебудовуватися на випуск нових видів продукції і допускає високий рівень механізації. Потокове виготовлення виробів, передбачає виконання всіх операцій на спеціалізованих постах з ритмічним переміщенням форми і виробів, може бути організоване за конвеєрним або потоково-агрегатним способом. Процес виготовлення збірних залізобетонних конструкцій і деталей при потоково-агрегатному способі виробництва включає наступні операції: очищення, мастило і підготовку форм; укладання арматури у форми; подачу і укладання бетонної суміші; ущільнення бетонної суміші; передачу відформованого виробу в камери

пропарювання; тепловологу обробку виробу; витягання форми з виробом з камери пропарювання; распалубку виробів; передачу форми на пост підготовки; передачу готового виробу на склад. При потоково-агрегатному способі виготовлення залізобетонних виробів форми переносяться від одного поста до іншого краном. Бетонна суміш з бетонозмішувального цеху в бетоноукладальні машини подається за допомогою стрічкового транспортера або самохідних візків по естакаді. Бетоноукладач укладає суміш у форму, встановлену на віброплощині. Відформований виріб мостовим краном подається в камери тепловологої обробки і далі самохідним візком транспортується на оклад готової продукції

Конвеєрний спосіб характеризується примусовим ритмом руху форм-вагонеток від поста ж посту. Конвеєрне виробництво складається з декількох технологічних ліній з послідовно розташованими робочими постами, на яких виконуються окремі операції. До недоліків конвеєрного виробництва відносяться трудність переналадження на випуск нових видів продукції і складність устаткування. Проте при масовому виготовленні однотипних виробів потоково-конвеєрне виробництво є найпродуктивнішим. Конвеєрний спосіб виробництва збірних бетонних і залізобетонних конструкцій організовується на заводах великої потужності при масовому випуску однотипної і стабільної продукції. Особливістю конвеєрного способу виробництва є те, що процес виготовлення виробів розчленований на ряд технологічних операцій, кожна з яких послідовно виконується на одному з постів конвеєра. При цьому способі формовані вироби і форми переміщуються від поста до поста в строгій послідовності і з певною заданою швидкістю пересування. Після проходження всіх постів виріб на вагонетці подається в камери пропарювання тунельного типу, звідки готовий виріб потрапляє на склад, а форма-вагонетка після очищення і мастила знов повертається на конвеєр. Технологічна послідовність процесу виготовлення збірних залізобетонних і бетонних виробів конвеєрним методом наступна: установка бортового оснащення; очищення і мастило піддону і бортового оснащення; навівка дрютяної або установка стрижньової арматури на упор; укладання і закріплення монтажної арматури і заставних деталей; укладання у форми-вагонетки бетонної суміші; ущільнення бетонної суміші і обробка поверхні виробів; контрольний огляд виробів і передача в камери пропарювання; тепловолога обробка виробів в камерах пропарювання; распалубка виробів; передача готових виробів на склад, а форм-вагонеток на конвеєр.

При стендовому способі виробництва операції по формуванню і твердінню виробів виконуються на стаціонарних місцях-стендах. Вироби в процесі їх формування, твердіння і подальшої обробки знаходяться на одному місці, в той час, як технологічне устаткування для виконання окремих операцій переміщається від однієї форми до іншої. Стендовий спосіб виробництва залізобетонних і бетонних виробів застосовується на комбінованих заводах залізобетонних виробів і полігонах. Виробничий процес виготовлення збірних залізобетонних конструкцій по стендовому методу виконується в такій послідовності: підготовка форм; укладання арматури; укладання і ущільнення бетонної суміші; тепловолога обробка; распалубка; передача виробів на склад готової продукції. У заводсь-

ких умовах стенд є горизонтальним майданчиком з ретельно вирівняною поверхнею, розташовану в головному корпусі в зоні дії устаткування крана. Звичайно формувальний майданчик стенду є бетонною або залізобетонною плитою завтовшки 12-20 см, розрізану по довжині температурними швами для оберігання бетону від тріщин при нагріванні. За розмірами стенди підрозділяють на короткі і довгі. До перших відносяться спеціалізовані стенди, призначені для розміщення одного-двох виробів завдовжки до 30 м. Довгі стенди мають корисну довжину 70-120 м і більш. Розміри стендів для закритих виробничих приміщень залежать від площі будівлі. Укладання бетонної суміші у форми на стенді виробляється стрічковим бетонороздатчиком. З бетонозмішувального цеху до стрічкового бетонорозподільника бетонна суміш подається мостовим краном в переносному бункері. Тепловолога обробка виробів виробляється на місці шляхом прогрівання різними способами підлоги стенду або пуском пари під знімні кришки ковпаків, якими накривають кожну форму виробів. Для підігріву формованих виробів сухою парою або гарячою водою в бетонній плиті стенду укладають сталеві труби. Твердіння виробів складає найбільший час виробничого циклу, тому скорочення часу твердіння є найважливішим чинником прискорення випуску і здешевлення вартості продукції. Основним способом виготовлення конструкцій на стендах є безпідігрівний спосіб із застосуванням швидкотрерднучих цементів. Вироби формують і піддають тепловій обробці безпосередньо на стенових лініях (на майданчиках або в напівямних камерах).

Вибір способу виробництва залежить від заданої номенклатури виробів і конструкцій, їх розмірів, конфігурації, потреби для потреб будівництва:

- ✓ Потоково-агрегатне виробництво відрізняється великою гнучкістю і маневреністю у використуванні устаткування і застосовується на заводах середньої потужності при широкій номенклатурі виробів. Невисока початкова вартість устаткування таких заводів знижує розмір первинних витрат в порівнянні з конвеєрними заводами. Цей спосіб виробництва допускає високий рівень механізації і автоматизації виробничих процесів, при переході на інший вид продукції витрачається менше часу і засоби, ніж при конвеєрно-потоковому методі організації виробництва. Потоково-агрегатний спосіб дозволяє на одній віброплощині або формуючому агрегаті виготовляти вироби різних розмірів, в межах габаритних розмірів столу і формувального агрегату, частково або повністю змінюючи конфігурацію форми. Він допускає переналагодження окремих постів без зупинки виробництва і відноситься до гнучких технологічних схем. Основною перевагою потоково-агрегатного способу є зменшення тривалості провідного циклу формування. Це дозволяє істотно збільшити оборотність форм. Високий рівень механізації і автоматизації виробничих процесів при потоково-агрегатній технології дає можливість виготовляти вироби з жорстких бетонних сумішей. По потоково-агрегатній схемі виробництва, виго-

товляють наступні вироби і конструкції, вживані в дорожньому будівництві: плити для дорожніх покриттів, труби і кільця для водопровідних споруд, тумби огорож, сигнальні і кілометрові стовпи, збірні елементи зміцнення узбіч і укосів земляного полотна і ін.

- ✓ Конвеєрний спосіб застосовується для масового виробництва виробів і конструкцій одного - трьох типорозмірів. Конвеєрне виробництво є перспективним для виготовлення великорозмірних плоских заздальгід напружених конструкцій. Конвеєрна лінія складається із спеціалізованих постів, виробничий процес на яких розділений на технологічні операції приблизно з однаковою тривалістю їх виконання, що забезпечує єдиний примусовий ритм роботи конвеєра. Розділення процесу на операції, виконувані на постійних робочих місцях, сприяє використуванню операційних механізмів з високою продуктивністю і забезпечує стабільнішу організацію виробництва. Теплова обробка виробів при такій технології, як правило, є частиною конвеєрного кільця і процес пропарювання виробів на конвеєрі тісно пов'язаний в часі з ритмом потоку. Найважливішим чинником в організації конвеєрного методу виробництва є механізація міжопераційних передач, що зв'язують окремі ланки технологічного процесу в єдиний ланцюг. Звичайно для міжопераційного транспорту застосовують механізовані транспортні засоби лінійного типу - тележкові транспортери, що складаються з певного числа піддонів-візків, які переміщуються по рейкових шляхах. Перевагою конвеєрного способу, як було відмічено раніше, є висока механізація і автоматизація, недоліком - трудність переходу на виготовлення інших видів виробів, оскільки всякий перехід супроводжується заміною форм і бортоснастки, а також зупинкою всієї технологічної лінії на переналагодженні.
- ✓ При малих об'ємах виробництва і короткому терміні експлуатації устаткування (3-5 років) найбільш доцільне виготовлення збірних конструкцій стендовим способом на полігонах невеликої потужності, розташованих просто неба. Вони вимагають невеликих капітальних витрат. Полігони можуть бути влаштовані по різних технологічних схемах: з баштовим, порталним, автомобільним, козлиним, мостовим кранами. Для армування виробів, що виготовляються на коротких стендах, застосовують переважно горячекатану стрижньову арматуру періодичного профілю. Для виготовлення заздальгід напружених залізобетонних конструкцій великих розмірів при будівництві дорожньо-транспортних споруд використовують стенди, що мають пристосування і устаткування для натягнення арматури і утри-

мання її в натягнутому стані на час укладання і твердіння бетону. На довгих стендах частіше застосовують арматуру у вигляді високоміцного дроту діаметром 3-5 мм. На довгих стендах може розташовуватися одночасно декілька однотипних виробів, що значно скорочує витрати, пов'язані з розкладкою, натягненням і закріпленням арматури, оскільки ці операції виробляються одночасно для всіх виробів, що розташовуються по довжині стенду. З числа довгих стендів найбільше поширення набули пакетні і протяжні стенди. До складу пакетного стенду входять: установка для заготівки дротяних пакетів і формувальне поле, призначене для натягнення арматури і формування виробів. Натягнення пакетів арматури виробляється гідродомкратами з тяговим зусиллям до 60 т. За допомогою такого гідродомкрата можна натягувати одночасно 24-30 проволочок діаметром 5 мм. Формувальна смуга має на торцях упори для сприйняття зусилля від натягуваної арматури.

Вибір раціонального способу виготовлення збірних бетонних і залізобетонних конструкцій у кожному окремому випадку повинен бути проведений шляхом порівняння декільком варіантів технологічних процесів. Зі всіх порівнюваних варіантів технологічного процесу прийнятним вважається той, упровадження якого вимагає якнайменших приведених витрат. Для встановлення оптимального варіанту необхідні порівняльні розрахунки за основними показниками економічної ефективності: сумі капітальних вкладень, собівартості продукції, терміну окупності капітальних вкладень і коефіцієнту ефективності.

Відформовані вироби набираються в стопу з 6-7 шт. і протягом 6 ч піддаються тепловолотій обробці в пропарювальній камері тунельного типу. Температура пари в камері в межах 50-60° підтримується автоматично. Для того, щоб пара повністю обігрівала форму і відкриту площину плити, між формами укладаються прокладки, створюючи зазор в 30 мм. Переміщення стопи виробів відбувається при пульсуючому русі тележкового потягу. В той час, коли одна стопа виходить з камери, інша подається в неї. Оскільки плити формуються робочою поверхнею вниз, отверділі вироби (що набрали міцність 200 кг/см<sup>2</sup>) слідує на кантує для распалубки.

### ***Питання винесені до контролю за темою №2:***

1. Розкрийте загальну технологічну схему будівельного виробництва.
2. Що входить в зовнішні вантажопотоки підприємств?
3. Що входить у внутрішні вантажопотоки підприємств?
4. Які особливості гірських порід, які розробляються в кар'єрах Ви знаєте?
5. Наведіть класифікацію підприємств по видобутку мінеральних матеріалів.
6. Як виконується визначення запасів дорожньо-будівельних матеріалів у родовищах?
7. Які особливості технологічних процесів при розробці ґрунтових кар'єрів?
8. Наведіть загальну схему перерізу добичного та вськришного уступів із визна-

ченням основних елементів.

9. Які особливості технологічних процесів видобутку піщаних та піщано-гравієвих матеріалів Ви знаєте?
10. Які методи виконання буро підричних робіт Ви Знаєте?
11. Які методи руйнування гірських порід при бурінні шпурів та свердловин Ви знаєте?
12. Які види вибухових матеріалів застосовуються при буро підричних роботах?
13. Який транспорт застосовується у кар'єрах?
14. Розкрийте сутність процесу дроблення мінерального матеріалу.
15. Наведіть конструкцію та принцип дії щічних дробарок.
16. Наведіть конструкцію та принцип дії конусних дробарок.
17. Наведіть конструкцію та принцип дії валкових дробарок.
18. Наведіть конструкцію та принцип роботи дробарок ударної дії.
19. Як виконується грохочення подрібненого кам'яного матеріалу?
20. Яке обладнання використовується для грохочення подрібненого матеріалу?
21. Яка сутність процесу збагачення кам'яного матеріалу за формою і розміром?
22. Яка сутність процесу збагачення кам'яного матеріалу за механічними властивостями?
23. Яка сутність процесу збагачення кам'яного матеріалу за вмістом домішок?
24. Яка сутність процесу збагачення кам'яного матеріалу за недоліками структури?
25. Яка сутність процесу миття кам'яного матеріалу у кориті?
26. Яка сутність процесу миття кам'яного матеріалу у барабаних промивних машинах?
27. Яка сутність процесу миття кам'яного матеріалу у вібраційних промивних машинах?
28. Яка сутність процесу миття кам'яного матеріалу у гідро-класифікаторах вертикального типу?
29. Яка сутність процесу миття кам'яного матеріалу у гідро-класифікаторах горизонтального типу?
30. Яка сутність процесу зневоднення кам'яного матеріалу у відцентрових зневоджувачах?
31. Яка сутність процесу зневоднення кам'яного матеріалу у вібраційних зневоджувачах?
32. Яка сутність процесу зневоднення кам'яного матеріалу у спіральних зневоджувачах та дешламаторах?
33. Яка сутність процесу виробництва важкого піску?
34. Яка сутність процесу виробництва мінерального порошку?
35. Які види органічних в'язучих застосовуються у дорожній галузі?
36. Які вимоги до транспортування нафтових бітумів?
37. Яке технологічне обладнання застосовується на основах бітумних матеріалів?
38. Яка класифікація та конструкція бітумосховищ?
39. Яка класифікація та конструкція бітумоплавильних агрегатів?
40. Які особливості та конструкція бітумних насосів та бітумопроводів?

41. Наведіть класифікацію бітумних емульсій?
42. Який принцип приготування бітумних емульсій?
43. Яке обладнання використовується для приготування бітумних емульсій?
44. Які види готової продукції виготовляються на АБЗ?
45. Які вимоги щодо розташування АБЗ?
46. Наведіть класифікацію АБЗ.
47. Наведіть технологічні процеси приготування асфальтобетонних сумішей у загальному вигляді.
48. Наведіть технологічну лінію переміщення мінеральних заповнювачів.
49. Наведіть технологічну лінію переміщення мінерального порошку.
50. Наведіть технологічну лінію переміщення органічних вяжучих.
51. Наведіть технологічну лінію переміщення хімічних домішок та ПАР.
52. Яке технологічне обладнання використовується на АБЗ?
53. Яка класифікація та конструкція сушильних барабанів?
54. Яка класифікація та конструкція асфальтозмішувальних установок?
55. Які механізми та обладнання застосовується на внутрішніх вантажопотоках?
56. Яка класифікація ЦБЗ?
57. З яких технологічних підрозділів складається ЦБЗ стаціонарного типу?
58. Наведіть технологічні процеси приготування цементобетонних сумішей.
59. Яке основне технологічне устаткування використовується на ЦБЗ?
60. Наведіть технологічний процес виготовлення арматурних каркасів та арматурних сіток.
61. Наведіть технологічний процес формування залізобетонних виробів.
62. Наведіть технологічний процес тепло вологої обробки.
63. За яких ознак обґрунтовується вибір технологічної схеми виготовлення збірних конструкцій?
64. Які технологічні схеми виготовлення збірних конструкцій Ви знаєте?



## тема №3: АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

### *Питання до розгляду:*

*Автоматизація виробничих процесів у кар'єрах*

*Автоматизація виробничих процесів на КДЗ*

*Автоматизація виробничих процесів на базах органічних матеріалів*

*Автоматизація виробничих процесів на АБЗ*

*Автоматизація виробничих процесів на ЦБЗ*

*Автоматизація виробничих процесів на заводах по виготовленню ЗБВ*

За ступенем оснащеності виробництва розрізняють механізовані або автоматизовані виробничі процеси.

Розрізняють часткову і комплексну механізацію. При частковій механізації в деякій мірі зберігається ручна праця, оскільки машинами виконують лише окремі види робіт. Таке положення викликається застосуванням конструкцій і технологічних операцій, не забезпечених відповідними машинами і устаткуванням. Комплексна механізація передбачає виконання всіх технологічно взаємозв'язаних процесів системою машин, пов'язаних між собою по продуктивності, і комплектом механізованого інструменту, що виключає або значно знижує необхідність в ручній праці.

За автоматизацією виробничих процесів на підприємствах розрізняють часткову або повну автоматизацію. У випадку коли автоматизовані окремі технологічні операції, а інші виконуються за допомогою ручної праці або за допомогою механізмів називають частковою автоматизацією. Повна автоматизація виробництва враховує повний контроль за технологічними параметрами та їх регулювання без посередньої участі робітників. Оператор знаходиться в місці розташування пульта управління, де дистанційно спостерігає за виробничими процесами та оперативно корегує їх у випадку потреби. Автоматизація, як якісно новий етап виробничого процесу характеризується перш за все звільненням людини від функції безпосереднього контролю і управління. Задача автоматизації управління технологічним процесом полягає в здійсненні управляючої дії на хід технологічного процесу. Цю дію вибирають з безлічі можливих на основі одержуваної інформації про протікання процесу і направлених на підтримку певних режимів або поліпшення функціонування керованих машин, установок заводу. Слід відзначити, що сучасний стан автоматизації виробничих процесів має багато східчасту структуру (трьох або більше контурну структуру), що підвищує надійність та точність виконання технологічних процесів.

### **3.1. АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ У КАР'ЄРАХ**

При розробках корисних копалин застосовується різноманітні механізми та обладнання в залежності від технологічних процесів. Причому при виконанні багатьох видів робіт, особливо буро-вибухових робіт, використовується значна частка ручної праці. Це обумовлює не можливість повністю автоматизувати виробничі процеси. В загальному випадку автоматизації підлягають транспортні

(у випадку використання конвеєрів та елеваторів) та завантажувальні роботи (при використанні бункерів та спеціального обладнання).

Повна автоматизація виробничих процесів спостерігається при застосуванні засобів гідромеханізації (гідромонітори або землесосні снаряди). В данному випадку автоматизації підлягають наступні технологічні операції:

- - продуктивність обладнання;
- - швидкість течії струменя води (для гідромоніторів) або швидкість течії пульпи (для землесосних снарядів);
- - кут підйому гідромонітора та відстань від нього до забою;
- - напрям розробки корисної породи;
- - транспортування, дозування та завантаження готової продукції.

### **3.2. АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ НА КДЗ**

Ступінь автоматизації виробничих процесів залежить від продуктивності КДЗ та схеми технологічного процесу.

Автоматизації підлягають наступні технологічні процеси:

- - приймання сировини;
- - дозування на різних етапах виробництва;
- - процес подрібнення скельної породи;
- - процес внутрішньо-заводського транспортування;
- - процес сортування;
- - процес промивання;
- - процес збагачення;
- - процес складування готової продукції або її відвантаження;
- - об'ємне та вагове вимірювання кількості матеріалу.

Таким чином, при максимальній автоматизації виробничого процесу можливо забезпечити повну автоматизацію та повністю виключити ручну працю.

### **3.3 АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ НА БАЗАХ ОРГАНІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Принципи автоматизації виробничих процесів на базах і в бітумних цехах АБЗ, а також заводів по приготуванню емульсії мають багато загального. При комплексній автоматизації в схему включені:

- ✓ злив в'язучого із залізничних (автомобільних) цистерн;
- ✓ підтримка температури бітуму до стану текучості в ємностях;
- ✓ регулювання температури нагріву бітуму, води і рідких компонентів, що входять до складу емульсії;
- ✓ контроль режиму диспергування, облік витрати матеріалів і кількості виготовленої емульсії.

Передбачене автоматичне і дистанційне керування дозуванням і регулюванням температурного режиму емульгатора і бітуму. На пульті управління змонтовані блоки контролю роботи приладів. Кількість приготованої емульсії визначають лічильником позмінного і накопичувального обліку.

### 3.4 АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ НА АБЗ

Автоматизація АБЗ забезпечує здійснення більш передових технологічних процесів, а також оптимальне використання сировини, енергетичних ресурсів, машин і устаткування. Оптимальне управління технологічним процесом характеризує техніко-економічний показник при обов'язковому дотриманні обмежень по вихідних і управляючих параметрах при точному дотриманні вимог ДБН, ДСТУ, ТУ і жорсткому безперервному контролю виробництва. Управління автоматизованими асфальтозмішувальними установками виробляють з пульта управління (кабіни), розташованої на відстані 25-50 м від установки або з будівлі диспетчера одним або декількома операторами залежно від потужності АБЗ і схеми його автоматизації. Схеми автоматизації технологічним процесом асфальтобетонних установок мають деяку відмінність для установок циклічної і безперервної дії. Управління процесами - дистанційне, дубльоване (безпосередньо з робочого місця та з пульта керування). Вся решта технологічних операцій механізована з автоматичним управлінням деякими елементами машин. Просушені і нагріті до необхідної температури пісок і щебінь поступають в гарячий елеватор агрегату змішувача, на двох'ярусний трьохсекційний віброгріхот. Сортування виробляють за розмірами зернового складу (0-5, 5-15, 15-35 мм), потім матеріал поступає в теплий бункер, розташований під гуркотом, у відсіках якого встановлені покажчики верхнього, середнього і нижнього рівнів. Покажчики рівня фіксують наповнення бункера і подають сигнал на пульт управління - на сигнальні лампи. Покажчики управління включені в ланцюг автоматичного управління роботи агрегату змішувача.

Якщо рівень матеріалу у відсіках бункера знизився до нижнього рівня (що неприпустимо при автоматизації), при якому порушується технологічний режим дозування, показник нижнього рівня відключає систему дозування і лише при досягненні кам'яними матеріалами середнього рівня агрегат змішувача знову включається. Якщо бункер переповнений, то надлишки зсипають через вікна у відсіках бункера в резервний бункер і при його заповненні на пульті управління спалахує сигнальна лампа. Подачу матеріалу в агрегат змішувача в цьому випадку скорочують або повністю зупиняють. При сортуванні на гуркоті надрешетний продукт відводять від гуркоти по лотку в бункер негабариту. З відсіків теплового бункера розсортовані матеріали поступають в дозатори, які безперервно відміряють необхідну кількість кожної фракції відповідно до заданого складу асфальтобетонної суміші. Вироблення дозаторів регулюють за допомогою секторних затворів за шкалою, що визначає положення затвора по висоті. Віддозованні мінеральні матеріали поступають в приймальний бункер похилого елеватора і звідти в лопатевий двовальний змішувач безперервної дії. Одночасно з мінеральними матеріалами в змішувач поступає мінеральний порошок, який безперервно дозують в агрегаті мінерального порошку і бітум з дозатора безперервної дії. Всі компоненти асфальтобетонної суміші перемішують безперервно, і готова суміш із змішувача поступає на автомобілі-самоскиди або в скіповий підйомник, який піднімає суміш і розвантажує в накопичувальний бункер.

Електрична схема управління передбачає налагоджувальний і робочий режими роботи, встановлювані поворотом рукоятки універсального перемикача. Дозвіл або заборона в'їзду автомобіля під накопичувальний бункер дають встановлені на ньому з обох боків світлофори червоного і зеленого кольору. Час припинення завантаження автомобіля сумішшю визначають візуально по наповненню кузова, і водій за допомогою кнопкової станції, що знаходиться безпосередньо у відсіків накопичувального бункера, закриває затвор відсіку, з якого йшло завантаження. Кузов автомобіля-самоскида перед вантаженням мастять. Це виробляє автоматична система обприскування, яка включається при натиску кузова на контакти управління системою.

### **3.5 АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ НА ЦБЗ**

На ЦБЗ підлягають автоматизації наступні основні процеси: прийом матеріалів (розвантаження заповнювачів, цементу, добавок); їх транспортування на заводі (на склади, з складів у витратні бункери бетонозмішувальної установки); підігрів заповнювачів і води взимку; дозування, перемішування і вивантаження готової суміші; допоміжні процеси, зокрема подача холодної і гарячої води, стислого повітря, аспірації, вентиляції і гідрознеплення, транспортування добавок.

Автоматизація ЦБЗ пов'язана з необхідністю вимірювати велику кількість різних параметрів і представляє відому складність. Вимірюють швидкість руху стрічок транспортерів, цементоповітряної суміші при пневмотранспорті; тиск стислого повітря для пневмокерування і пневмотранспорту; температуру підігріву води, заповнювачів, готової суміші; рівень заповнення бункерів, складів матеріалів, резервуарів для рідин, бункерів готової суміші; масу матеріалів, що дозуються і транспортуються; витрата рідин і сипких матеріалів при транспортуванні; вогкість піску і щебеня; пластичність готової суміші; час і послідовність включення і відключення транспортних пристроїв, дозаторів, бетонозмішувальних машин, клапанів, шиберів, затворів, скидаючих плужків, барабана бетонозмішувача. На ЦБЗ застосовують блокування електродвигунів, дистанційне керування, автоматичне дозування і автоматизоване виконання окремих робочих рухів, дистанційний автоматичний контроль якісних показників компонентів і готової суміші. Якість бетонної суміші залежить від фізико-механічних властивостей її компонентів, підбору складу дозування і порядку завантаження заповнювачів, цементу, води і добавок, від конструкції технологічного устаткування - дозаторів, бетонозмішувачів і тривалості приготування суміші.

Задачі інтенсифікації і підвищення якості приготування бетонних сумішей полягають в розробці методів, машин і устаткування, сприяючих економії в'язучих, збільшенню вироблення і зниженню собівартості бетону; у підвищенні ступеня автоматизації; поліпшенні санітарно-гігієнічних умов роботи персоналу ЦБЗ. Ці задачі вирішують на базі вдосконалення існуючих і розробки принципово нових методів, машин і устаткування для приготування бетонних сумішей, комплексної автоматизації, фізико-хімічних дій на компоненти бетонної суміші і ін.

Автоматизація дозування компонентів. Апаратура дозволяє автоматизу-

вати установки змішувачів, призначені для приготування бетонних сумішей і розчинів. До цієї апаратури відносять дозатори, датчики контролю технологічного устаткування і пульта управління. Дозатори мають межі зважування, що забезпечують отримання бетонних сумішей будь-якого складу. Дозатори по своїх габаритах легко вписуються у відділення дозувань. Вони можуть бути укомплектовані показчиками циферблатів для використання на ЦБЗ (базах) з технологією або показчиками, які дозволяють працювати з системами управління, що мають великий об'єм пам'яті, реєструвати задане і фактичне значення маси, вводити поправки на склад бетону. Пульти забезпечують роботу технологічного устаткування в режимі автоматичного, дистанційного і місцевого управління, візуальний контроль за ходом технологічного процесу, починаючи від подачі матеріалів у витратні бункери і кінчаючи видачею бетонної суміші. Система автоматизації виробництва володіє підвищеною надійністю, малою кількістю споживаної енергії, повною безпекою обслуговування, високою якістю суміші, що випускається, великим виробленням.

### **3.6 АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ НА ЗАВОДАХ З ВИГОТОВЛЕННЯ ЗБВ**

У зв'язку з тим що цементобетонний підрозділ є складовою частиною заводу по виготовленню ЗБВ то з точки зору автоматизації виробництва усі вимоги та правила що і для ЦБЗ. Різницю складають цехи та підрозділи, що не входять у склад ЦБЗ, а також відмінності у матеріалах та технологічному процесі. Одже, розглянемо технологічні операції на заводах по виготовленню ЗБВ що підлягають автоматизації (крім розглянутих при вивченні ЦБЗ):

- ✓ приймання, складування та обробка арматури;
- ✓ виготовлення арматурних стрижнів та арматурних сіток та каркасів;
- ✓ приготування та оброблення форм;
- ✓ формування та ущільнення виробів та теплової обробка;
- ✓ кінцева обробка виробів;
- ✓ складування готової продукції та відвантаження її споживачам.

Максимальної автоматизації підлягають заводи, які працюють по конвекційній схемі. Заводи, що працюють по стендовій схемі майже не можливо повністю автоматизувати, найчастіше на них автоматизації підлягають процеси виготовлення цементних бетонів та формування виробів.

#### ***Питання винесенні до контролю за темою №3:***

1. Розкрийте поняття – «механізація» та «автоматизація» виробництва.
2. Що включає в себе автоматизація виробничих процесів у кар'єрах?
3. Що включає в себе автоматизація виробничих процесів на КДЗ?
4. Що включає в себе автоматизація виробничих процесів на базах органічних матеріалів?
5. Що включає в себе автоматизація виробничих процесів на АБЗ?
6. Що включає в себе автоматизація виробничих процесів на ЦБЗ?
7. Що включає в себе автоматизація виробничих процесів на заводах з виготовлення ЗБВ?

## **тема №4: ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ І ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА НА ПІДПРИЄМСТВАХ ДОРОЖНЬОГО ГОСПОДАРСТВА**

### ***Питання до розгляду:***

*Загальні вимоги до якості виготовленої продукції*

*Контроль якості у кар'єрах*

*Контроль якості на КДЗ*

*Контроль якості на базах органічних матеріалів*

*Контроль якості на АБЗ*

*Контроль якості на ЦБЗ*

*Контроль якості на заводах по виготовленню ЗБВ*

*Екологічна безпека на підприємствах дорожнього господарства*

### **4.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ЯКОСТІ ВИГОТОВЛЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ.**

Під якістю продукції підприємства будівельної індустрії розуміється сукупність властивостей продукції, які визначають її придатність для використання за призначенням і відповідають вимогам Держстандартів України (ДБТ), ТУ, ТВ. Якість продукції на підприємствах контролюється:

- ✓ на стадії її розробки і постановки на виробництво;
- ✓ на стадії вхідного контролю якості матеріалів, що надходять;
- ✓ у процесі виробництва продукції;
- ✓ на стадії приймання готової продукції.

Стадія розробки продукції включає упорядкування ескізного проекту, виготовлення й випробування дослідних зразків (партій), розробку технічної документації для постановки продукції на виробництво.

Починаючи з моменту розробки нового виду продукції складається карта технічного рівня і якості продукції відповідно до ГОСТ 2.116-84. Цей документ заповнюється весь період випуску продукції до зняття її виробництва.

Продукція, що підлягає розробці і постановці на виробництво повинна відповідати за технічним рівнем і якості вимогам вищої категорії якості і кращих досягнень передових вітчизняних і закордонних підприємств.

Задачею вхідного контролю матеріалів, які надходять на переробку, є визначення відповідності їх вимогам ДБТ і ТУ. Встановлена якість продукції в ході її виробництва забезпечується шляхом:

- ✓ дотримання точності і стабільності і технологічних процесів;
- ✓ організації праці робітників, що стимулює бездефектне виробництво;

технічного контролю, спрямованого на виявлення й усунення причин виготовлення продукції з відступами від вимог ДБТ України і технічної документації.

На стадії приймання готової продукції робітники відділів технічного контролю підприємств (ВТК) роблять огляд, виміри, іспити продукції і випадують

дозволи на відвантаження споживачам виготовленої продукції; при цьому на кожному виробі і на кожній партії сипучих і інших матеріалів ставиться штамп ВТК з вказівкою індивідуального номеру контролюючої особи, головних маркірувальних даних і дати приймання продукції.

При виявленні відхилень від ТУ або технічної документації виробу (партії) продукції або направляються на доведення, або на них ставиться штамп “брак”, відвантаженню не підлягає.

Слід відзначити, що на кожен технологічну операцію на всіх підприємствах повинні бути в наявності карти операційного контролю у відповідності із діючими нормативними документами.

## **4.2 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ У КАР’ЄРАХ**

Перед виконанням робіт перевіряється корисна порода (грунт) на міцність, вміст шкідливих домішок і інші фізико-механічні показники, на максимальний розмір уламків, вогкість тощо.

В процесі виконання робіт виконується контроль за технологічною дисципліною виробництва, тобто відповідність технології кожної технологічної операції щодо діючих вимог. Особливу увагу приділяють при застосуванні буровибухових робіт.

Готову продукцію, що відвантажується до споживача досконало перевіряється на:

- ґрунти – міцність на стиск, гранулометрія, межа текучисті, межа пластичності, оптимальна та природня вологість, тощо;
- скельна порода – міцність на стиск, максимальний та мінімальний розмір уламків скельної породи, тріщиностійкість, абразивність, морозостійкість, тощо;
- гравій та галька – міцність на стиск, максимальний та мінімальний розмір уламків скельної породи, тріщиностійкість, вміст левадних та голкоподібних зерен, тощо.

На кожен партію готової продукції складається паспорт, де вказуються результати лабораторних випробувань.

## **4.3 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ НА КДЗ**

На КДЗ контроль якості включає визначення зернового складу, вміст пілоподібних, глинистих і мулистих частинок, зокрема глини в грудках, вміст зерен слабких порід, пластинчастої і лещадної форми. Контроль якості за цими показниками виконують щодня відповідно до ГОСТ 8267-75 і ГОСТ 8269-64. Причому ці випробування виконуються як на вхідному етапі так і перед відвантаженням готової продукції.

Міцність і щільність щєбеня визначають раз на квартал, морозостійкість - раз на рік. Якщо в процесі виробництва щєбеня при нових поставках властивості гірської маси міняються, кожного разу перевіряють міцність, густину і морозостійкість. Споживачу надається право перевірити якість щєбеня шляхом відбору проб (ГОСТ 8269-64).

Приймання продукції. Щебінь, що готується на КДЗ, приймають з участю лабораторії. Якість щебеня повинна відповідати вимогам ГОСТ 8267-75. Відповідно до ГОСТу щебінь приймають партіями. При відвантаженні залізничним і водним транспортом партією вважають кількість щебеня одного сорту за розміром, одночасно відвантажене одному споживачу в одному залізничному складі або одній баржі. При відвантаженні автомобільним транспортом партією вважають кількість щебеня одного сорту, відвантаженого одному споживачу протягом доби.

Кількість відвантаженого щебеня визначають за об'ємом або масі з урахуванням природної вогкості. Обмір щебеня виробляють у вагонах, судах і автомобілях, а зважують на залізничних і автомобільних вагах. При відвантаженні водним транспортом масу щебеня визначають по осіданню судна.

#### **4.4 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ НА БАЗАХ ОРГАНІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ**

При отриманні сировини на базах органічних матеріалів виконують лабораторні випробування з метою встановлення хімічних та механіко фізичних властивостей з метою порівняння з параметрами вказаними у паспорті на сировину. Ці данні потрібні для визначення подальшого технологічного процесу.

Операційний контроль в основному заключається в дотриманні температурного режиму, терміну виконання операції, дозування хімічних домішок або ПАР (емульгатора).

Вихідний контроль складається в перевірці фізико-механічних властивостей та зовнішніх ознак, тобто: колір, однорідність, наявність домішок, penetрація та розтяжимість (для бітумів та мастик), концентрація та в'язкість (для рідких бітумів та емульсій), хрупкість, температура розм'ягчання, тощо.

Також контролюються умови зберігання та відвантаження продукції.

На кожен партію готової продукції складається паспорт, де вказуються результати лабораторних випробувань.

#### **4.5 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ НА АБЗ**

Відділ технічного контролю (ВТК) здійснює контроль: за якістю отриманих матеріалів; за дотриманням всіх технологічних режимів на кожній операції виробничого процесу відповідно до ДСТУ, ДБН і ТУ; за відповідністю якості продукції, що випускається, вимогам технічної документації, а також виробляє маркіровку прийнятої, аналіз і оформлення забракованої продукції. Слід відзначити, що якість кінцевої продукції залежить від дотримання технологічних вимог на усьому протязі виробничого процесу.

Першим етапом роботи ВТК є правильна організація приймання матеріалів. Перед технічним прийманням перевіряють наявність всіх технічних документів (паспортів на органічне в'язуче і мінеральний порошок, актів випробувань заповнювачів і т. п.), що надійшли разом з матеріалами.

Вхідний контроль складається із перевірки сировини, тобто – крупного заповнювача (щебеня, гарвію, шлаку, тощо), дрібного заповнювача (піску), органічного в'язучого (дьюгтю, бітуму, емульсії, мастики), хімічних добавок та



ПАР (пластифікатори, армуючі добавки тощо). Результати лабораторних випробувань звіряють з паспортами на ці матеріали. У разі відповідності – виконується виробничий процес, якщо ні – то сировина або повертається до постачальника (рекламація) або виконується корегування технологічного процесу виробництва.

Операційний контроль залежить від використаного обладнання та складається:

- бітумосховище – температурний режим, дозування матеріалів;
- бітумоплавильний агрегат – температурний режим, кількість вологи, термін перемішування, дозування хімічних добавок та ПАР;
- бітумний насос та бітумопроводи – температура нагріву;
- силоси – об’єм мінерального порошку, продуктивність, термін зберігання матеріалу;
- сушильний барабан – температурний режим, кут підняття сушильного барабану, швидкість обертання барабану, термін знаходження матеріалу в барабані;
- змішувальна установка – температурний режим, термін перемішування;
- дозатори – точність дозування відповідних матеріалів;
- стрічковий конвеєр, ковшовий або гвинтовий елеватор, пневмотранспорт – продуктивність.

Готову продукцію перевіряють на колір, однорідність, температуру. Із партії суміші відбирають необхідну кількість для лабораторних випробувань: міцність на стиск, водопоглинання та морозостійкість (іноді на розтягнення/вигин та бокове зрушення). Результати випробувань заносять у паспорт. На кожен партію готової продукції складається паспорт, де вказуються результати лабораторних випробувань.

#### **4.5 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ НА ЦБЗ**

Відділ технічного контролю (ВТК) здійснює контроль: за якістю отриманих матеріалів; за дотриманням всіх технологічних режимів на кожній операції виробничого процесу відповідно до нормативних документів; за відповідністю якості продукції, що випускається, вимогам технічної документації, а також виробляє маркіровку прийнятої, аналіз і оформлення забракованої продукції.

Першим етапом роботи ВТК є правильна організація приймання матеріалів. Перед технічним прийманням перевіряють наявність всіх технічних документів (паспортів на цемент, актів випробувань заповнювачів і т. п.), що надійшли разом з матеріалами.

У лабораторіях виробляють контрольні випробування кожної партії цементу, яка отримана на заводі, перевіряють якість заповнювачів, води, добавок, що вводяться в бетонну суміш. Для лабораторних випробувань від кожної партії цементу відбирають пробу в кількості 20 кг, а добавок - 50-60 кг з 25-30 місць.

На заводі цемент, як і інші терпкі матеріали, поступає партіями, причому кожна партія цементу відповідно до СНіП 1-В.2-62 повинна супроводжуватися

паспортом, в якому указується: номер паспорта, дата видачі, завод-виробник, назва і марка цементу, номери партії і вагонів, дата виготовлення і т.п.

До важливих показників якості цементу відноситься тонкість помелу, визначувана просіванням або вимірюванням питомої поверхні. Тонкість помелу цементу по нормативах повинна бути такою щоб при просіванні проби цементу крізь сито з сіткою № 008 проходило не менше 85% маси проби. Питому поверхню цементу визначають методом повітропроникності на спеціальному приладі. Важливим показником властивостей цементу є термін його схоплювання. Для визначення термінів схоплювання цементу готують відповідно до ГОСТ 310-60 цементне тісто нормальної густини і укладають його в кільце приладу Віка. За початок схоплювання приймають час, що пройшов від початку зачиннення до того моменту, коли голка не доходить до дна на 1-2 мм. За закінчення схоплювання приймають час від початку зачиннення до моменту коли голка опускається в тісто не більше ніж на 1 мм. Однією з найважливіших властивостей цементу є також рівномірність зміни об'єму цементного каменя при твердінні. При випробуванні цементного тесту нормальної густини готують шість зразків-коржиків діаметром 6-8 см і завтовшки посередині близько 1 см. Цементні коржиків після 24-годинного зберігання у вологому середовищі випробовують кип'яченням і запаркою в автоклаві. При цьому два коржиків кип'ятять у воді 4 години, два коржиків пропарюють протягом 4 години і два коржиків зберігають у воді 27 діб.

Цемент визнають за доброякісний, якщо на лицьовій стороні коржиків, підданих випробуванням як в автоклаві, так і при кип'яченні немає радіальних тріщин, що доходять по самі вінця, або сітки дрібних тріщин, видимих в лупу або неозброєним оком, а також яких-небудь викривлень. Тріщини усихання, що з'являються іноді в першу добу після виготовлення і не доходять по самі вінця коржиків, не є ознакою нерівномірності зміни об'єму. Для активації цементу використовують активатори циклічної і безперервної дії. Активатор виконує дві функції: змішує цемент про водою до отримання однорідної маси і порушує акустичні коливання у всьому об'ємі цементного тесту, під впливом яких в двофазних середовищах виникають явища кавітації. Акустичні коливання створюють стислим повітрям, що поступає до них від компресора.

Для проведення випробувань заповнювачів, що поступають на заводи залізничним, автомобільним і річковим транспортом, від кожної партії в 200 м<sup>3</sup> з п'яти місць відбирають проби масою (вагою) по 5 кг.

Якість піску, вживаного для виготовлення бетону, визначають мінералогічним складом, зерновим складом і змістом домішок. Зерновий склад піску має важливе значення для отримання бетону заданої марки і довговічності при мінімальній витраті цементу. Якнайменша витрата цементу буде в тому разі якщо застосовують заповнювачі з мінімальним об'ємом порожнеч і обмеженою кількістю дрібних зерен, що мають велику сумарну поверхню. Для дорожнього бетону застосовують кварцові природні піски або піски одержані дробленням гірських порід з міцністю не нижче 40 МПа (400 кг/см<sup>2</sup>).

На якість бетону негативно впливає вміст в піску таких домішок, як пи-

лоподібні, мулисті, глинисті, органічні домішки і слюда. Вміст їх в піску більш допустимого підвищує водопотребу суміші, перешкоджає зчепленню заповнювача з цементом і знижує морозостійкість. Згідно вимогам ГОСТ 8736-67 кількість пілоподібних і глинистих частинок, визначуваних отмучиванням, в роздробленому піску не повинне перевищувати 5% по масі, зокрема глини 0,5%. Дрібний заповнювач повинен складатися із зерен різної крупної з оптимально компактним заповнювачем порожнин між ними, тому вміст в піску зерен гравію або щебеня розміром 5-10 мм допускається в кількості не більш 10% по масі, а розміром більше 10 мм не допускається.

В процесі оцінки якості піску визначають густину і об'ємну масу і порожнистість піску. Зерновий склад піску визначають по величині повних і приватних залишків на ситах з отворами 10; 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,31 і 0,14 мм або модулем крупної.

Згідно рекомендаціям СНіП I-B.1-62 «Заповнювачі для бетонів і розчинів» для важких бетонів пісок повинен мати модуль крупності 2-3,3. Дрібні і дуже дрібні піски для дорожніх цементно-бетонних покриттів згідно ГОСТ 8424-63 допускається застосовувати за умови обов'язкового введення в бетонну суміш поверхнево-активних добавок: концентратів сульфітно-спиртної барди, абіетатов (вінсолів мила), милонафта з урахуванням проведених лабораторних випробувань і техніко-економічного обґрунтування

Зерновий склад піску для бетонів повинен відповідати кривій просівання, що проходить між верхньою і нижньою ламаними лініями в заштрихованій зоні Як крупний заповнювач для приготування бетону жорстких покриттів застосовують гравій або щебінь. Гравій або щебінь, вживані як заповнювачі дорожнього бетону, складаються з окремих зерен розміром від 5 до 70 мм. Якість крупного заповнювача визначається властивостями початкової породи (її міцністю і морозостійкістю), зерновим складом і змістом домішок. Міцність початкової породи при стисненні в насиченому водою стані повинна перевищувати не менше ніж в 1,5-2 рази марку бетону, при цьому міцність вивержених порід повинна бути у всіх випадках не нижче 120 МПа (1200 кг/см<sup>2</sup>) Поверхня зерен щебеня незграбніша і шорсткіша ніж у гравію, що сприяє кращому зчепленню зерен щебеня з цементним каменем. Тому для бетону високої міцності слід застосовувати щебінь.

Для визначення зернового складу щебеня (гравію) від його середньої проби відбирають навішування, величина якої, згідно ГОСТ 8269-64 «Щебінь з природного каменя і гравій для будівельних робіт», повинна бути рівною: при найбільшій крупності зерен до 10 мм - 5 кг, при крупності до 20 мм - 10 кг, при крупності до 70 мм - 20 кг і при крупності понад 70 мм - 30 кг

Відібраний для випробувань матеріал ретельно промивають водою, а потім висушують до постійної маси, після чого навішування щебеня просівають через набір стандартних сит з отворами розмірами 3, 5, 10 20 40 і 70 мм. Залишки на кожному ситі зважують, визначаючи (у %) приватні і повні залишки. За наслідками просівання встановлюють найбільшу крупну щебеня, відповідну розміру отвору першого з сит, повний залишок на якому не повинен перевищувати

5% навішування, що просівається, і якнайменшу фракцію щебеня, відповідну розміру отвору першого з сит, через яке проходить не більш 5% навішування, що просівається. Крім того, особливо наголошується зміст дрібних фракцій (піску), тобто всіх зерен, що проходять через сито з отворами 5 мм пилоподібних домішок, що проходять через сито з отворами 0.14 мм.

Найбільша допустима крупність щебеня для одношарових і двошарових покриттів складає 1/4-1/5 товщини покриття і не повинна перевищувати 40 мм. Щебінь або гравій повинні обов'язково розділятися на фракції 5-10; 10-20; 20-40 мм, гравій фракцій крупніше 40 мм допускається в кількості не більш 10%.

Здатність щебеня (гравію) чинити опір сумісній дії стирання, сколювання і удару перевіряють поличним барабаном, який є циліндром діаметром 70 см і завдовжки 50 см, що обертається навколо горизонтальної осі. Усередині барабана є полки шириною 10 см, що йдуть по всій його ширині. Залежно від зносу (стиранню) в поличному барабані щебінь підрозділяється на чотири марки.

Найважливішим етапом в процесі приготування бетонної суміші є перемішування. Від якісного перемішування залежить не тільки однорідність і міцність бетону, але і структура цементного каменя. Режим перемішування і в першу чергу час перемішування повинні постійно коректуватися при зміні складу бетону, виду матеріалів, пори року, експлуатаційного стану машини змішувача і інших чинників. Контроль за тривалістю перемішування здійснюється за допомогою реле часу і забезпечується засобами світлової і звукової сигналізації.

Контроль якості готової бетонної суміші здійснюється визначенням її удобоукладиваємості з випробуванням на стиснення виготовлених і витриманих в тих же умовах, що і виріб, що виготовляється, зразків-кубиків. В процесі зварювання сіток і каркасів перевіряють міцність зварних з'єднань, відповідність діаметрів зварюваної арматури і розмірів сіток і каркасів діаметрам і розмірам, заданим в проекті.

Якісь розчинів та бетонів випробовують у лабораторних умовах. Для визначення міцності бетону на розтягування при вигині і осьове розтягування випробовують зразки - балочки перетином 15x15 см і завдовжки 60 см, виготовлені при горизонтальному положенні подовжньої осі балочки. Зразки для випробувань на стиснення виготовляють у вигляді кубів розміром 20x20x20 см. При щебені з крупною зерен до 40 мм зразки можна готувати розміром 15x15x15 см. Зразки (не менше три для кожного випробування) готують з бетонної суміші на місці укладання або в лабораторії за встановленою робочою технологією. Кубики ущільнюють на стандартній віброплощині, а балочки - внутрішнім вібратором. Вібрацію продовжують до повного припинення осідання бетонної суміші, вирівнюючи її поверхні і появи на ній цементного розчину. Виготовлені зразки зберігають не менше 20 годин у формах, накритих вологою тканиною, при температурі 20°, після чого їх виймають, нумерують і поміщають в камеру нормального твердіння або піддають тепло-вологої обробці, якщо це передбачено програмою випробувань.

Зразки, що твердули в природних стандартних умовах, випробовують на міцність через 28 діб. Зразки, при тепловій обробці, випробовують після прид-

бання бетоном проектної міцності. Зразки-балочки випробовують на вигин двома рівними зосередженими силами, що становлять половину сумарного навантаження  $P$ , прикладеними на відстані  $1/2$  прольоту балочки і діючими по всій ширині зразка. Досягнуте в процесі випробування на стиснення зразків середнє максимальне зусилля приймають за величину руйнуючого навантаження на зразку. Перехідний коефіцієнт від результатів випробувань кубів розміром  $15 \times 15 \times 15$  см до кубів розміром  $20 \times 20 \times 20$  см приймають рівним  $0,9$ .

На міцність випробовують також зразки, випиляні безпосередньо з покриття. Крім того, міцність бетону визначають в готових покриттях неруйнуючими методами, до яких відносяться ультразвуковий, резонансний і ізотопний методи, а також випробування гамма-випромінюванням.

Морозостійкість бетону оцінюють числом циклів поперемінного заморожування і відтавання зразків в насиченому водою стані, який витримують бетонні зразки у віці 28 діб або 7 діб (після теплової обробки) без зниження міцності на стиснення більше 25% і без втрати в масі більше 5%. Для покриттів і підстав жорсткого типу застосовують бетони  $M_{рз}$  50, 100, 150 і 200 залежно від кліматичних умов. Морозостійкість бетону визначають по методиці, висловленій в ГОСТ 10060-62.

На стиснення зразки випробовують в відталому стані після того, як вони пройшли повністю всі цикли заморожування і відтавання, передбачені для даної марки. Одержані результати порівнюють з міцністю контрольних зразків, що не піддаються заморожуванню і випробуваннях у віці, еквівалентному віку зразків, що піддаються заморожуванню.

Лабораторний метод визначення морозостійкості бетону істотно відрізняється від натурних умов заморожування і відтавання бетону в покриттях. По-перше, при лабораторному випробуванні відбувається одночасне заморожування бетону, тоді як в натурних умовах бетон покриття замерзає поступово, спочатку на поверхні, а потім промерзає по всій товщі. Таким чином, лабораторні випробування виявляються суворішими, і один цикл лабораторного випробування відповідає декільком циклам поперемінного заморожування і відтавання у виробничих умовах.

Перед відправкою готової продукції працівники ВТК перевіряють відповідність до вимог діючих ДБН, ДСТУ і ТУ. На кожен партію готової продукції складається паспорт, де вказуються результати лабораторних випробувань.

#### **4.7 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ЗАВОДАХ ПО ВИГОТОВЛЕННЮ ЗБВ**

Питаннями якості залізобетонних конструкцій, що випускаються, і їх правильного зберігання на заводах збірних залізобетонних виробів займаються лабораторії і ВТК (відділ технічного контролю). ВТК здійснює контроль: за якістю отриманих матеріалів і напівфабрикатів; за дотриманням всіх технологічних режимів на кожній операції виробничого процесу відповідно до ДБН, ДСТУ і ТУ; за відповідністю якості продукції, що випускається, вимогам технічної документації, а також виробляє маркіровку прийнятої, аналіз і оформлення забракованої продукції.

Першим етапом роботи ВТК є правильна організація приймання матеріалів. Перед технічним прийманням перевіряють наявність всіх технічних документів (паспортів на сталь і цемент, актів випробувань заповнювачів і т. п.), які отримуються разом з матеріалами. У лабораторіях виробляють контрольні випробування кожної партії цементу, яка отримана на заводі, перевіряють якість заповнювачів, арматури, добавок, що вводяться в бетонну суміш.

Для лабораторних випробувань від кожної партії цементу відбирають пробу в кількості 20 кг, а добавок - 50-60 кг з 25-30 місць. Для проведення випробувань заповнювачів, що поступають на заводи залізничним, автомобільним і річковим транспортом, від кожної партії в 200 м<sup>3</sup> з п'яти місць відбирають проби масою (вагою) по 5 кг. Для контрольних випробувань на розтягування і вигин в холодному стані від кожної партії отриманої арматури відбирають зразки. Під час отримання арматури в прутках кількість зразків для кожного виду випробувань повинне бути не менше п'яти, відрізаних від різних стрижнів. Якщо ж арматура поступає в мотках, слід відбирати по два зразки від 10% мотків.

Найважливішим етапом в процесі приготування бетонної суміші є перемішування. Від якісного перемішування залежить не тільки однорідність і міцність бетону, але і структура цементного каменя. Режим перемішування і в першу чергу час перемішування повинні постійно коректуватися при зміні складу бетону, виду матеріалів, пори року, експлуатаційного стану машини змішувача і інших чинників. Контроль за тривалістю перемішування здійснюється за допомогою реле часу і забезпечується засобами світлової і звукової сигналізації.

Контроль якості готової бетонної суміші здійснюється визначенням її легкоукладальності з випробуванням на стиснення виготовлених і витриманих в тих же умовах, що і виріб, що виготовляється, зразків-кубиків. В процесі зварювання сіток і каркасів перевіряють міцність зварних з'єднань, відповідність діаметрів зварюваної арматури і розмірів сіток і каркасів діаметрам і розмірам, заданим в проекті. Перед укладанням бетонної суміші представник ВТК перевіряє геометричні розміри опалубки, правильність збірки форм, розташування арматури і заставних деталей, фіксаторів, що забезпечують необхідну товщину захисного шару, а також інших елементів, передбачених технічними умовами або робочими кресленнями. Форми і бортоснастка ретельно очищають від затверділого розчину і рівномірно покривають мастилом. Вони не повинні мати нещільності, через які можливий витік цементного тесту і розчину. Металеві форми, призначені для виготовлення задалегідь напружених залізобетонних конструкцій, повинні володіти необхідною міцністю і жорсткістю для сприйняття всіх навантажень, що виникають яровині виробництві робіт. При виготовленні конструкцій з попередньою напругою арматури виробляють перевірку правильності розташування напруженої арматури по висоті перетину виробу, а також ступінь її натягнення. В процесі формування виробів і їх тепловологої обробки перевіряють правильність послідовності укладання бетонної суміші у форми, ступінь її ущільнення і обробки поверхні, режим витримки виробів до їх пропарювання і режим термообробки. Контроль ступеня ущільнення бетонної суміші здійснюється електричними, механічними і радіометричними методами. Для визначення

густини бетонної суміші в крупних монолітних блоках використовують також радіоактивні прилади з розташуванням джерела і лічильника випромінювань в обсадних трубах, які при випробуваннях можуть заглиблюватися в бетонну суміш за допомогою вібратора. При твердінні бетону в природних умовах повинен здійснюватися ретельний догляд за ним, особливо в початковий період. Заходи щодо догляду за тверднучим бетоном розробляються заводською лабораторією з урахуванням виду цементу, марки бетону, температури навколишнього повітря, типу конструкції, термінів розпалубить і інших чинників. Терміни і тривалість догляду за виробами призначаються лабораторією з урахуванням виду цементу, температури навколишнього повітря і т.п.

Важливою операцією в процесі виготовлення бетонних і залізобетонних виробів є прискорення твердіння бетону в пропарювальних камерах. У зв'язку з цим в різних конкретних умовах виробництва лабораторія винна експериментальним шляхом встановлювати оптимальний режим пропарювання для кожного вигляду цементу з урахуванням жорсткості бетонної суміші. Загальний цикл теплової обробки виробів складається з трьох етапів: підйому температури, ізотермічного прогрівання при максимальній температурі і охолодження виробів. На кожному етапі теплової обробки ведуть систематичний контроль температури за допомогою дистанційних термометрів і автоматичних програмних регуляторів. Після теплової обробки готові вироби відправляють на склад заводу. Перед відправкою готових виробів на склад працівники ВТК перевіряють відповідність форми і розмірів виробу, а також зовнішнього вигляду і якості обробки робочим кресленням і вимогам діючих ДБНів, ДСТУ і ТУ. Відхилення геометричних розмірів готових плит від проектних встановлюються по 9-му класу точності і не повинні перевищувати: по довжині  $+8 (-4)$  мм; по ширині  $- \pm 5$  мм; по висоті  $\pm 5$  мм; по товщині захисного шару бетону  $\pm 5$  мм.

Зовнішній вигляд плит повинен задовольняти наступним умовам: на верхній і нижній площинах і бічних гранях не повинно бути тріщин; необхідно, щоб поверхня плит була рівною і достатньо шорсткою; величина викривлень всіх площин допускається не більш 5 мм на всю довжину або ширину плити; на верхній і нижній площинах і бічних гранях допускаються місцеві нерівності заввишки не більш 5 мм; не допускається місцеве потовщення плит у граней торців більше 3 мм (напливи бетону); кінці напруженої арматури не повинні виступати з тіла плити. При виготовленні бетонних і залізобетонних конструкцій лабораторії заводу виробляють контрольні статичні випробування цих конструкцій. Для цього від кожної партії відбирають не менше 1 % конструкцій. Статичні випробування залізобетонних і бетонних конструкцій виробляють з метою визначення їх міцності, жорсткості і тріщиностійкості.

Після перевірки кожен виріб маркують. На його поверхню наносять незмивною, добре видимою фарбою, за допомогою трафаретів або гумових штампів марку заводу-виробника, паспортний номер, індекс і сорт виробу, номер працівника ВТК. Кожен виріб, що відправляється споживачу, має індивідуальний паспорт, в якому вказані не тільки основні технічні дані, але і правила складання, перевезення і строповки. Заповнює паспорти контролер ВТК відповід-

но до результатів їх випробувань.

## **4.8 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА НА ПІДПРИЄМСТВАХ ДОРОЖНЬОГО ГОСПОДАРСТВА.**

Для запобігання забрудненню навколишнього середовища, раціонального використання і відтворення природних ресурсів на підприємствах будівельної індустрії розробляються і реалізуються плани заходів в таких гоовних напрямках:

- ✓ з охорони і раціонального використання водяних ресурсів шляхом ощадливого використання води, скорочення потреб води за рахунок застосування оборотного водопостачання, зменшення витрат води, опріснення і використання мінералізованої води і т.п.;
- ✓ з охорони повітряного басейна шляхом скорочення маси шкідливих викидів в атмосферу, встановлення газоочисних споруджень (фільтрів) для уловлювання шкідливих викидів в атмосферу;
- ✓ з охорони і раціонального використання земель шляхом рекультивації рослинного прошарку, захисту земель від ерозії, селів, висушення, забруднення й інших шкідливих впливів;
- ✓ з охорони і раціонального використання мінеральних ресурсів за рахунок комплексної переробки всіх компонентів здобутої мінеральної сировини.

### **4.8.1 КЛАСИФІКАЦІЯ НЕГАТИВНИХ ЧИННИКІВ**

Класифікація негативних чинників за різними ознаками наведена у табл.

#### **4.1**

Ідентифікація небезпек - виявлення типу небезпеки та встановлення її характеристик, необхідних для розробки заходів щодо її усунення чи ліквідації наслідків.

Номенклатура небезпек - перелік назв, термінів, систематизованих за окремими ознаками.

Квантифікація небезпек - введення кількісних характеристик для оцінки ступеня (рівня) небезпеки. Найпоширенішою кількісною оцінкою небезпеки є ступінь ризику.

Кількісна оцінка небезпеки називається ризиком. Ризик - це відношення числа тих чи інших фактичних проявів небезпеки до їх можливого теоретичного числа за певний період часу. Ризик - частота реалізації небезпеки.

Ризик є супутником будь-якої активної діяльності людини. Необхідно розрізняти правомірний, допустимий ризик, який є виправданим при багатьох видах діяльності, і неправомірний ризик.

Прогноз – результат наукового передбачення, якісні висновки з позицій принципів і методів науки про тенденції розвитку процесу чи явища, що вивчають, і моментах настання того чи іншого явища чи процесу.



Передбачення – припущення чогось заздалегідь, здійснення правильного висновку про напрям розвитку чого-небудь, про можливість якоїсь події тощо, на підставі вивчення фактів, даних та іншого. Його розглядають як випереджувальне відображення дійсності (здатності мозку формувати моделі розвитку подій у майбутньому), що ґрунтуються на вивченні об’єктивних законів життєвого середовища людини.

Таблиця 4.1 - Класифікація негативних чиників

№	Ознака	Класифікація
1	За походженням	природні (кліматичні, ґрунтові, геоморфологічні, біотичні )
		техногенні ( технічні, санітарно-гігієнічні, організаційні, психофізіологічні)
		соціальні ( державно-правові, етно-соціальні, інформаційно-психологічні, психологічні)
2	За сферою проявлення	побутова
		транспортна
		виробнича
		службова
3	За наслідками	спортивна
		загибель
		травма
		захворювання
4	За часом проявлення	зниження нормального фізичного, психічного, емоційного рівня життєдіяльності людини.
		імпульсні
5	За структурою	кумулятивні
		прості
		складні
6	За характером дії на людину;	похідні
		активні, пасивні.
7	За локалізацією;	космос
		атмосфера
		літосфера
		гідросфера
8	За шкодою	чрезвичайні
		небезпечні
		шкідливі

Прогнозування наслідків небезпечних та екстремальних ситуацій охоплює:

- ✓ оцінку ймовірності та аналіз причин виникнення екстремальних ситуацій;

- ✓ очікувану силу впливу та механізм розвитку небезпеки;
- ✓ характеристику та розміри ураження реципієнтів (населення, тваринний та рослинний світ, повітряне та геологічне середовища, водоймища, господарські об'єкти);
- ✓ агресивність та глибину впливу чинників небезпеки (імовірність генетичних змін у біосфері, тривалість періодів прояву негативних наслідків, багатоступеневість такого прояву тощо);
- ✓ періодичність виникнення небезпечних та екстремальних ситуацій та їхню динаміку;
- ✓ визначення величини збитків у випадку реалізації небезпечних та екстремальних ситуацій.

Попереджувальні та захисні заходи, а також засоби забезпечення безпеки спрямовані на:

- ✓ попередження чи ліквідацію небезпеки шляхом усунення джерела її виникнення або віддалення його на безпечну відстань;
- ✓ захист людини від небезпеки шляхом застосування колективних та індивідуальних заходів захисту, а також страхування під час робіт в небезпечних зонах;
- ✓ використання технічних та конструкторських засобів підвищення безпеки, що дають змогу автоматизувати та роботизувати небезпечні виробництва, застосувати дистанційне керування, автоматично задіяти засоби захисту, підвищувати надійність роботи машин механізмів, устаткування;
- ✓ розробку відповідної нормативно-правової бази, спрямованої на формування концепції безпеки та створення безпечних та нешкідливих умов життєдіяльності;
- ✓ проведення суворого нагляду та контролю за виконанням відповідних законів, постанов, правил, які регламентують вимоги щодо забезпечення безпеки життєдіяльності;
- ✓ розроблення системи попередження і реагування на надзвичайні ситуації, планів щодо захисту населення у випадку стихійних лих, аварій, катастроф тощо;
- ✓ забезпечення медико-гігієнічних умов для підтримання на належному рівні здоров'я людей.

Види ризиків:

- ✓ виправданий
- ✓ політичний
- ✓ фізичний
- ✓ не виправданий
- ✓ економічний

Методи визначення ризику:

- ✓ інженерний — спирається на статистику, розрахунки частоти проявлення небезпек, імовірнісний аналіз безпеки та на побудову "дерев" небезпек;

- ✓ модельний — базується на побудові моделей впливу небезпек як на окрему людину так і на соціальні, професійні групи;
- ✓ експертний — за ним ймовірність різних подій визначається досвідченими спеціалістами-експертами;
- ✓ соціологічний (соціометрична оцінка) — базується на опитуванні населення та працівників.

#### 4.8.2 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

Екологічна безпека як складова глобальної і національної безпеки - стан суспільних відносин у галузі екології, при якому системою державно-правових, організаційних, науково-технічних, економічних та соціальних засобів забезпечується регулювання екологічно небезпечної діяльності, режим використання природних ресурсів, охорона природного навколишнього середовища, безпечно-го для життя і здоров'я людей, попередження погіршення екологічної обстановки та виникнення небезпеки для природних систем і населення.

Екологічна експертиза - діяльність спеціально уповноважених державних органів, громадських та інших еколо-експертних формувань, спрямованих на забезпечення проведення дослідження, аналізу, оцінки об'єктів, спроможних безпосередньо чи у процесі реалізації (застосування, впровадження тощо) негативно впливати на стан навколишнього природного середовища і здоров'я людей та підготовку висновків про їх відповідність екологічним вимогам

Таблиця 4.2 - Види екологічної безпеки

№	Ознака	Класифікація
1	За територіальними ознаками	глобальна (міжнародна)
		національна (державна)
		регіональна
		локальна
2	За способами забезпечення	техногенно-екологічна безпека
		соціо - екологічна безпека
		природна безпека
		економіко-екологічна безпека
3	За об'єктами охорони	екологічна безпека навколишнього природного середовища та його компонентів
		екологічна безпека суспільства та людини

Стандартизація і нормування у галузі екології - врегульована екологічним правом діяльність спеціально уповноважених органів та їх організацій щодо розробки і встановлення комплексу обов'язкових правил, вимог, норм і нормативів у галузі використання природних ресурсів, охорони навколишнього середовища і забезпечення екологічної безпеки.

Види екологічного контролю:

- ✓ державний;
- ✓ громадський;
- ✓ виробничий.

Відповідальність за порушення екологічних норм:

- ✓ дисциплінарна;
- ✓ матеріальна;
- ✓ адміністративна
- ✓ кримінальна.

#### 4.8.3 КОРОТКА ТОКСИКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН.

До основних шкідливостей відносяться надлишкові тепло і волога, пил, газу, токсичні пари. Зміст цих і інших вредностей в атмосфері обмежується величиною гранично припустимої концентрації (ГПК.). Існують 4 види ГПК:

*ГПКр.з.* – гранично припустима концентрація шкідливостей у робочій зоні. Для нетоксичного пилу *ГПКр.з.* дорівнює 10 мг/м<sup>3</sup>, для токсичної – визначається по таблиці 1 у залежності від змісту в пилу *SiO<sub>2</sub>*.

Таблиця 4.3 - *ГПКр.з.* для токсичних пилів.

Зміст у пилу <i>SiO<sub>2</sub></i>	<i>ГПКр.з.</i> , мг/м <sup>3</sup>
10-70%	4
70-90%	2
>90%	1

*ГПКпр* – гранично припустима концентрація шкідливості в приточному повітрі, визначається за формулою:

$$\text{ГПКпр} = 0,3 \cdot \text{ГПКр.з.}$$

*ГПКсередньодобова.пр.сл.* – гранично припустима середньодобова концентрація шкідливості в приземному шарі атмосфери;

*ГПКmax.раз.пр.сл.* – максимально разова гранично припустима концентрація шкідливості в приземному шарі атмосфери. Звичайно *ГПКmax.раз.пр.сл.* у 3 рази менше, ніж *ГПКр.з.*

Промислові чи газу повітря, у якому тривалий час знаходяться чи порошини крапельки рідини в зваженому стані, називають аеродисперсною чи системою аерозолем, при цьому частки пилу чи крапельки рідини називають дисперсною фазою, а чи газ повітря - дисперсним середовищем. У випадку, якщо пневмотранспорт пилоподібного матеріалу супроводжується високими концентраціями пилових часток у газовому потоці, аеродисперсну систему визначають як аерозвесь.

Єдиної класифікації немає, тому що різними спеціалістами ставляться свої особисті задачі:

- ✓ гігієністи - вплив на здоров'я;
- ✓ економісти – збиток;
- ✓ виробничники - джерела їхній утворення.

З погляду можливості очищення викидів потрібно розрізняти такі види шкідливих речовин:

- ✓ гази - стан речовини зі спроможністю займати весь об'єм. З погляду виробничника-професіонала - газ - речовина, що знаходиться в стійкому газовому стані у всьому інтервалі температур і тисків характерних для газоочистки.
- ✓ пари - газ, що відразу переходить у рідкий або твердий стан уже у газоочистки.
- ✓ дим - дуже дрібнодисперсний твердий аерозоль субмікронних часток (<2мкн). Часто дим буває пофарбований і по фарбуванню визначають хімічний склад.
- ✓ пил - а) твердий аерозоль <1мкн. б) сипучий порошкоподібний продукт, легко важиться в повітря.
- ✓ туман - рідкий аерозоль або дисперсна фаза рідкого аерозолу.
- ✓ суміш - це суміш перерахованих компонентів. Частіше усього маємо справу із сумішами.

При конкретному проектуванні викиди діляться на дві основні групи:

- ✓ парогазові;
- ✓ аерозольні.

Парогазові викиди - суміші газів і парів без твердих і рідких часток. Вони діляться на дві підгрупи:

- 1) викиди не підлягають очищенню через їхню нешкідливість або по розміркуванням економічної недоцільності очищення. Цей висновок треба обов'язково обґрунтувати перед інспекцією. Таке допущення може бути тільки тимчасовим і потрібно дати обґрунтування для організації й ОКР із метою подальшої розробки проектних рішень для очищення.
- 2) викиди підлягають обов'язковому очищенню, коли шляхом розсіювання ми досягаємо потрібного ГПК.

Аерозольні викиди - суміші газів із твердими і рідкими частками.

Вони діляться на шість підгруп:

- 1) аерозолі, де дисперсна фаза підлягає уловлюванню, а парогазової немає.
- 2) аерозолі, в яких дисперсна фаза підлягає уловлюванню, а парогазова впливає на очищення, хоча вона не засвоюється.
- 3) аерозолі, в яких дисперсна фаза уловлюється і повинна уловлюватися парогазова. У цьому випадку необхідна комбінована газоочистка й у залежності від складу парогазової суміші вибирається порядок очищення.
- 4) мало пилюки й багато газу. Дисперсне середовище обчищається. У цьому випадку в апаратах газоочистки одночасно здійснюють очищення і від пилюки.
- 5) аерозолі в яких середовище може не обчищатися і дисперсна фаза теж, такий аерозоль не підлягає очищенню.

Аерозолі поділяються на пил, дим і туман і смог.

Пил – система твердих часток, що утворюються при дробленні, стиранні,

свердлінні, вибуху вихідного матеріалу

Дим – хмара часток, що має високу оптичну щільність і утвориться найчастіше при згорянні деревини, нафти, кам'яного вугілля і інших видів органічного палива.

Туман – найчастіше це результат конденсації води і інших речовин, а також металургійні викиди, що складаються з дуже дрібних часток (менш 1 мкм) оксидів металів і сублімації, що утворюються в результаті дистиляції, горіння і т.п.

Смог – суміш диму і тумана, що містить пари води.

Найбільш поширеними газами є:

1. С - отрутний газ. Зберігається в атмосфері годину. Концентрація над морем 6.10-3- 6.10-2 ПДК; у сільських районах - 0,06 ПДК; у населених пунктах - 0,6 ПДК. Руйнує гемоглобін крові, приводить до кисневого голодування. При вдиханні повітря зі змістом з 6ПДК (10ррм) - отруєння, а з концентрацією з 120ПДК (200ррм) кілька годин - легке отруєння. С = 720ПДК 1200ррм - 2 ч нудота головний біль, втрата свідомості. С = 1200-1500 ПДК - 2000-2500ррм - непритомний стан. Підвищення концентрації в тунелях, гаражах, інтенсивних транспортних потоках.
2. NO – окис азоту (в основному NO й NO<sub>2</sub>, а також N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ПДК нм NO= 0,06; ПДК рз NO=5. ПДК NO<sub>2</sub> нм = 0,04мг/мз; ПДЕ рз=2мг/мз. Токсичний вплив при викидах проявляється в страту - і тропосфері. NO каталізатор руйнування озонного шару. NO в стратосфері утвориться також природним шляхом у результаті викиду відпрацьованих газів надзвуковими літаками, ракетами, транспортними літаками. Зміст NO в нижніх шарах атмосфери 8-10ПДК (2-3ррм), у містах може збільшуватися 10-100 разів. NO зберігаються в атмосфері 3-4 дня. NO спочатку робить на здоров'я схований характер, потім викликає важкі захворювання. Шкідливий вплив роблять окисли азоту HNO<sub>3</sub> і HNO<sub>2</sub>, створювання в дихальних шляхах людини. При наявності NO 3100 ПДК рівному 100ррм, через 0,5 години відбуваються серйозні захворювання в населення, губиться рослинність.
3. SO<sub>2</sub>. Зміст SO<sub>2</sub> над водними акваторіями дорівнює 0,005-0,05 ПДК 10-3-10-4 ррм. Зміст SO<sub>2</sub> у сільській місцевості до 0,05-0,5 ПДК 10-2-10-3 ррм. Зміст SO<sub>2</sub> у промислових районах до 160 ПДК(10ррм). Тривалість стійкості - 10 годин. (SO<sub>2</sub> - SO<sub>3</sub> - H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). SO<sub>2</sub> не отрутний, але дратує ока, ніс, горло. Шкідливо впливає на легені, убиває рослини, викликає корозію металів і зменшує прозорість атмосфери. Зміст SO<sub>2</sub>, рівне 0,04-0,06 ПДК, викликає роздратування горла. Зміст SO<sub>2</sub>, рівне 10 ПДК, викликає роздратування слизової оболонки носа. Зміст SO<sub>2</sub>, рівне 23 ПДК, викликає загальне отруєння при впливі в плінні 3 хв.

#### 4.8.4 ДЖЕРЕЛА ВИКИДІВ. ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ.

У звичайній класифікації немає, але для проектувальників установлюють класифікацію по видам виробництва, наприклад:

- ✓ топочний устрій;
- ✓ дробарноразмольні (дробарки, конвеєрні тракти);
- ✓ руднотермічні печі (доменні печі, конвектори, ваграночна, мартенівські печі);
- ✓ електролизом;
- ✓ аспираційні в будівництві проматеріалів;
- ✓ вентсистеми при опрацюванні металів, їхній фарбування і т.п.

Засоби зниження об'ємів шкідливих викидів.

Якщо в технології не дотримуються елементарні вимоги по зниженню викидів і відходів, то проектуванні газоочисток може виявитися не ефективним. Тому треба жадати від технологів культури виробництва.

Деякі заходи щодо зниження викидів:

- ✓ у всіх топкових устроях повинно забезпечувати повне згорання паливних компонентів, буде менше сажі та СО;
- ✓ у топках варто уникати підвищеної температури понад регламентну й обсягу дуттєвого повітря понад регламентний (коефіцієнт надлишку повітря);

Обидва порушення збільшують утворення отрутних і окислів азоту.

- ✓ у сушильних агрегатах не можна пересушувати матеріал;
- ✓ увесь газовий тракт повинен бути максимально ущільнений, щоб небуло підсосів атмосферного повітря;
- ✓ не можна припускати не стабільних технологічних режимів;
- ✓ при опрацюванні і транспортуванні матеріалів їх потрібно вложити, якщо це не суперечить технології;
- ✓ застосовувати сировину необхідно стандартне без домішки. Якщо немає іншої сировини, те необхідно попереднє окислювання всіх шкідливих домішок (шкіра, гума, пластмаса - опрацьовують глибоким холодом), завдяки цьому утримання H<sub>2</sub>S і меркаптанів зводити до мінімуму;
- ✓ при виділенні летучих паливних компонентів СО і смол необхідно передбачити допалений устрій в основному технологічному устаткуванні;
- ✓ в усіх випадках необхідно підвищувати культуру виробництва, тобто не відступати від оптимального режиму технології. Краще щоб технологічне устаткування управлялося ЕОМ.

#### 4.8.5 ОЧИЩЕННЯ СТОКОВИХ ВОД

##### 4.8.5.1 Загальні відомості

Вода виконує вирішальну роль в багатьох процесах, що протікають в природі, і в забезпеченні життя людини. У промисловості воду використовують

як сировину і джерело енергії, як охолоджувач, розчинник, для транспортування сировини і матеріалів.

Загальна кількість природної води на землі складає 1386 млн. км<sup>3</sup>. В основному (понад 97,5%) це солоні води. Кількість прісної води – 35 млн. км<sup>3</sup>. Проте переважна частина прісної води є труднодоступною для людей, оскільки вона знаходиться в полярних льодовиках і водоносних шарах під землею. Природна вода - це вода, яка якісно і кількісно формується під впливом природних процесів за відсутності антропогенної дії. Її якісні показники знаходяться на природному середньому багаторічному рівні. Залежно від ступеня мінералізованості (у г/л) води діляться на прісні (із змістом солей < 1), солонуваті (1 - 10), солоні (10 - 50) і расоли (> 50). По переважаючому аніону всі води діляться на гідрокарбонатні, сульфатні і хлоридні. Жорсткість природних вод визначається присутністю в них солей кальцію і магнію і виражається концентрацією іонів в Ca<sup>2+</sup> і Mg<sup>2+</sup> в моль екв./л. Розрізняють загальну карбонатну і некарбонатну жорсткість. Загальна жорсткість є сумою двох останніх, карбонатна - пов'язана з присутністю у воді бікарбонатів кальцію і магнію, а некарбонатна - сульфатів, хлоридів, нітратів кальцію і магнію.

Стічна вода - це вода, що була в побутовому, виробничому або сільсько-господарському вживанні, а також що пройшла через яку-небудь забруднену територію. Залежно від умов очищення стічної води діляться на побутові або господарсько-фекальні (ПСВ), атмосферні (АТВ) і промислові (ПСВ). ПСВ – 58% органіки і 42% мінеральних домішок. Стічні води характеризуються величиною БПК і ХПК. БПК – це біохімічна потреба в кисні; або кількість кисню, використуваного при біологічних процесах окислення органічних речовин за певний проміжок часу (2,5,8,10,20 діб) в міліграм O<sub>2</sub> на міліграм речовини, БПК<sub>5</sub> – за 5 діб. ХПК – хімічна потреба в кисні, також міліграм O<sub>2</sub> на міліграм речовини, кількість кисню, еквівалентне кількості окислювача, що витрачається. Контактуючи з органічними речовинами, мікроорганізми частково руйнують їх, перетворюючи на воду, диоксид вуглецю і ін. Інша частина речовини йде на утворення біомаси. Руйнування органічних речовин називають біохімічним окисленням. Деякі органічні речовини здатні легко окислюватися, а деякі не окислюються зовсім або окислюються дуже поволі.

#### 4.8.5.2 Очищення від взважених часток.

Процідування. Стічні води проціднують через ґрати і сита, які встановлюють перед відстійниками з метою витягання з них крупних домішок, які можуть засмітити труби і канали. ґрати можуть бути нерухомими, рухомими, а також суміщеними з дробарками. Виготовляють з металевих стрижнів і встановлюють на шляху руху стічних вод під кутом 60-75°. Ширина отворів в ґратах рівна 16-19 мм. Швидкість стічної води 0,8-1 м/с.

Відстоювання - застосовують для осадження із стічних вод грубодисперсних домішок. Осадження відбувається під дією сили тяжіння. Для проведення процесу використовують пісколовки, відстійники і освітлювачі. Пісколовки застосовують для попереднього виділення мінеральних і органічних забруднень



(0,2-0,25 мм) із стічних вод. Горизонтальні пісколовки є резервуари з трикутним або трапецеїдальним поперечним перетином. Глибина пісколовок 0,25-1 м.

Фільтрування. Фільтрування застосовують для виділення із стічних вод тонкодиспергованих твердих або рідких речовин, видалення яких іншими способами неможливе. Як фільтруючі перегородки використовують металеві перфоровані листи і сітки з неіржавіючої сталі, алюмінію, латунь і ін. Тканинні перегородки - шерстяні, бавовняні, скловолокно і ін.

Видалення зважених частинок під дією відцентрових сил. Для очищення стічних вод використовуються напірні і відкриті (низьконапірні) гідроциклони. Напірні гідроциклони застосовують для осадження твердих домішок, а відкриті – для видалення сливаючих домішок. Гідроциклони прості за конструкцією, компактні, їх легко обслуговувати. Вони відрізняються високою продуктивністю і невеликою вартістю. При обертанні рідини в гідроциклонах на частинки діють відцентрові сили, що відкидають важкі частинки до периферії потоку. При високих швидкостях обертання відцентрові сили значно більше сил тяжіння. Ефективність гідроциклонів знаходиться на рівні 70%. Гідроциклони малого діаметру об'єднують в загальний агрегат, в якому вони працюють паралельно. Такі апарати називають мультициклонами. Мультициклони найбільш ефективні при очищенні невеликих кількостей води від тонкодиспергованого пилу. Для глибокого очищення послідовно встановлюють гідроциклони різних типорозмірів

Фізико-хімічні методи. Коагуляція - укрупнення дисперсних частинок в результаті їх взаємодії і об'єднання в агрегати. Коагуляція найбільш ефективна для видалення з води колоїдно-дисперсних частинок розміром 1- 100 мкм. Коагуляція відбувається під дією спеціальних речовин, що додаються, – коагулянтів. Коагуляції у воді утворюють пластівці гідроксидів металів, які швидко осідають під дією сили тяжіння. Флокуляція – процес агрегації частинок при додаванні в стічну воду високомолекулярних з'єднань, званих флокулянтами. Природні флокулянти: крохмаль, ефіри, целюлоза і ін., синтетичні – поліакріломід.

Біохімічний метод. Біохімічний метод застосовують для очищення побутових і промислових стічних вод від багатьох розчинних органічних і деяких неорганічних (сірководень, аміак, феноли і ін.). Процес очищення заснований на здатності мікроорганізмів використовувати ці речовини для живлення в процесі життєдіяльності - органічні речовини для мікроорганізмів є джерелом вуглецю. Для встановлення можливості подачі промислових стічних вод на біохімічні очисні споруди встановлюють максимальні концентрації токсичних речовин, які не впливають на процеси біохімічного окислення і на роботу очисних споруд. За відсутності таких даних можливість біохімічного окислення встановлюють по відношенню БПК<sub>полн</sub> і ХПК. По відношенню БПК/ ХПК=50% речовини піддаються біохімічному окисленню.

Відомі анаеробні і аеробні методи біохімічного очищення стічних вод. Метод аероба заснований на використуванні груп аеробів організмів, для життєдіяльності яких необхідна постійна притока кисню і температура 20-40°C. При очищенні аероба мікроорганізми культивуються в активному мулі або біоплівці. Анаеробні методи очищення протікають без доступу кисню, їх використовують

головним чином для знешкодження осаду. Аеротенки - залізобетонні аеріруємі резервуари завглибшки 2-5 м. Процес очищення в аеротенці йде у міру протікання через нього аерірованої суміші стічної води і активованого мула. Аерація необхідна для насичення води киснем і підтримка мула в зваженому стані. Аеротенк – відстійник

Біохімічні ставки. Це кілька ставків, розміщених каскадом, що складається з 3-5 ступенів, через які з невеликою швидкістю протікають освітлена або біологічно очищена стічна вода. Ставки призначені для біологічного очищення і для доочистки стічних вод в комплексі з іншими очисними спорудами. Температура не менше 6°C, в зимовий час не працюють.

#### 4.8.6 ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ ВІД ПИЛУ

##### 4.8.6.1 Загальні відомості

За складом пил розподіляють на:

- ✓ тверда частка (пил). Возгони й оксиди металів.
- ✓ пил самої різної морфології.
- ✓ возгони - сконденсовані пари оксидів металів.
- ✓ тверда частка - пилюка або дим.

У будь-яких викидах відразу декілька компонентів. Крім перерахованих компонентів є багато речовин, які малі за обсягом і мають місцевий характер повітря від яких треба очищати: лабораторні реактиви, масляний туман, летучі запахи від тварин і птиць, карбональні з'єднання нікелю, особливий букет при переробці фланців, запахи від каналізації, хімічні добавки та ПАР, органічні в'язучі і т.п.

Список шкідливих речовин із кожним роком розширюється в міру освоєння нових технологій. Треба розрізняти викиди, ті який діють відразу згубно на здоров'є й уповільненої дії ( їхня концерагенність, мутагенність). Багато видів викидів за короткий час переходять при контакті оксиду з вуглецем.

Заходи:

- ✓ ретельне регулювання режиму спалення палива;
- ✓ регулювання прямування транспорту в межах міста (об'їзні шляхи, заміна двигуна, палива);
- ✓ підвищення активності палива (опрацювання палива різноманітними присадками);
- ✓ зниження швидкості фільтрації повітря і тривалість згорання;
- ✓ профілактика, тестування, регулювання ДВС.

З технологічної і теоретичної точки зору важливими є наступні характеристики аерозолей:

- ✓ монодисперсність – зміст у викидах часток однакового розміру (наприклад, суперечки рослин).
- ✓ полідисперсність – зміст у газах часток різних розмірів;
- ✓ гомогенність – хімічна однорідність аерозоля;
- ✓ гетерогенність – зміст в аерозоле часток, що мають різні хімічні

склади.

Аерозольні частки мають фізико-хімічні властивості, індивідуальними для кожного окремо узятото матеріалу і виду виробництва. Щільність часток грає саму велику роль при пиловловленні. Чим вище щільність часток, тим більше повно вони уловлюються в газоочистних апаратах. У теорії газоочистки розрізняють три види щільності: істинна, насипна й удавана.

Істинна щільність пилу – відношення маси частки до обсягу її щільної структури. Насипна щільність – відношення маси часток до обсягу, займаному їхнім шаром. Удавана щільність – відношення маси частки до обсягу, займаному нею, з урахуванням обсягу закритих пір і порожнеч, що містяться в досліджуваній частці.

Швидкість вітання – швидкість руху частки, при якій врівноважуються сили гравітації і напрямку руху.

Коагуляція – здатність дрібних часток пилу сліпатися між собою й утворювати більш великі частки. Укрупнення крапельок, що знаходяться в газовому потоці, рідини, що відбуває при їхньому зіткненні під час руху, називають коалесценцією.

Злипаємість пилу – здатність часток налипати на стінки газоходів і пилоуловлюючих апаратів, що спричиняє забивання їхнім пилом.

Змочувавасість пилу – поверхнева адсорбція вологи частками пилу.

До електричних властивостей пилу відносяться: здатність часток здобувати заряд, питомий електричний опір і відносна електрична проникність матеріалу порошин.

Абразивність - істираюча здатність пилу в значній мірі впливає на міцність систем газоочистки при великих швидкостях руху пылегазового потоку.

Адсорбційна здатність – здатність порошин адсорбировать на своїй поверхні крапельки вологи. Ця властивість залежить насамперед від хімічного складу порошин, а також від форми часток.

Гігроскопичність – здатність пилу поглинати (адсорбировать) вологу з навколишнього середовища.

Адгезія – прилипання рідких або полімерних плівок до твердої поверхні шаруючи обложеного пилу, стінкам чи газоходу пиловловлюючого апарата.

Аутогезія – різновид адгезії – властивість, що полягає в здатності шарів пилу зліпатися між собою.

Токсичність пилу – здатність часток проникати в дихальні органи людини і викликати різні захворювання. Особливо небезпечні в цьому відношенні дрібний пил зі змістом  $SiO_2 > 10\%$  і токсичні тумани.

Хімічна і фізична активність містить у собі поняття запалення, вибуховість пилу і інші явища. Запалення пилу відбувається за рахунок нагромадження теплоти і підвищення температури при окисних реакціях порошин з киснем повітря. Якщо пил знаходиться в зваженому стані і середній температурі часток перевищує 7500С, то пил вибухає. Вибух відрізняється від запалення швидкістю реакції.

Дисперсність порошин – це розмір часток. По дисперсній сполуці пил по-

діляється на групи: дуже крупнодисперсний пил з розмірами часток більш 140 мкм; грубодисперсний пил (більш 40но менш 140 мкм); середньодисперсний пил (більш 10 менш 40 мкм); дрібнодисперсний пил (більш 1 менш 10 мкм); дуже дрібнодисперсний пил з розмірами часток менш 1 мкм

Для правильного підбора пилоуловлюючого устаткування необхідно як можна точніше визначати дисперсну сполуку досліджуваного пилу. Сучасні методи визначення дисперсної сполуки аерозолу в основному складаються з двох етапів: добір навішень пилу з газового потоку і розкладання їх на фракції. При доборі навішень часто виникають труднощі, зв'язані з тим, що при цьому можливо укрупнення часток пилу. Це може привести до перекручування щирої дисперсної сполуки. Нижче приведені методи експериментального визначення дисперсної сполуки аерозолу, що широко застосовуються на практиці.

Ситовий аналіз. Цей метод засновано на послідовному просіванні навішень пилу через сита з убутними розмірами отворів. При просіві пилу через сито, на ньому залишається пил з розмірами часток, більшими, ніж отвори сітки. Пил, що пройшов через отвори даного сита, просівають через сито з меншими розмірами отворів. Зібраний в піддонах пил зважують і визначають її масову частку у відсотках. Недоліком цього методу є те, що мінімальний розмір отворів сит складає 40 мкм.

Мікроскопічний аналіз. У цьому випадку дисперсна сполука визначається безпосередньо по співвідношенню числа часток різних фракцій. Мікроскопія застосовується для аналізу часток, розмірами від 1 до 50 мкм. За допомогою мікроскопа спостерігають за частками, визначають їхню форму, кількість і розміри. Аналіз може вироблятися як безпосереднім спостереженням за частками через мікроскоп, так і по фотознімках. Електронний мікроскоп застосовується у випадку, якщо необхідно проаналізувати дисперсність сполуки пилу, що містить дрібні частки, розмір яких складає менш 1 мкм.

Седиментометрія в рідкому середовищі – осадження твердих часток у рідкому середовищі. Через визначений період часу після приміщення часток досліджуваного пилу в рідке середовище, у різних шарах отриманої суміші знаходяться частки різних розмірів, що зв'язано з неоднаковою швидкістю осідання великих і дрібних часток.

Метод нагромадження осаду (метод Фігуровського) полягає в тому, що в суспензію з поміщеними в неї частками пилу всіх розмірів занурюється чашечка ваг, на яку осаджуються тверді частки з циліндричного стовпа суспензії. При цьому маса осаду, що нагромадився, постійно реєструється. Відповідно до отриманих результатів будується крива нагромадження осідання в часі (седиментаційна крива). Дисперсна сполука пилу у відсотках визначається шляхом побудови дотичних до визначених крапок даної кривої до перетинання з віссю ординат. Величина отриманих відрізків відповідає змісту обумовлених фракцій у вихідному пилу.

Метод відцентрової сепарації пилу (приладом Бако) полягає в поділі пилу на фракції під дією відцентрових сил, що виникають в обертвовому повітряному потоці. Основний недолік цього методу полягає в тім, що пил досліджується пі-

ся осадження з газового потоку, тобто злежала, укрупнена, що може спотворювати дійсну дисперсну сполуку пилу.

#### 4.8.6.2 Способи очищення повітря від пилу (газів)

Розрізняють наступні способи газоочищення:

- ✓ сухе механічне очищення – засноване на властивості пилу відокремлюватися з газо-повітряного потоку за рахунок відцентрових сил, а також сил інерції і гравітації. Цей метод найчастіше застосовується для очищення повітря від пилу. До апаратів цієї групи відносяться пилоосадочні камери, жалюзійні й інерційні пиловловлювачі, циклони (одиначні, групові і батареїні), а також сухі фільтри;
- ✓ мокре механічне очищення – засноване на зволоженні і промиванні аеродисперсних середовищ рідинами, у тому числі з добавками хімічних реагентів. У цьому методі очищення використовуються сили адгезії, аутогезиї, змочування і т.п. Мокре механічне очищення може здійснюватися в скруберах, швидкісних промивачах типу труб Вентури, водяних завісах, пінних і барботажних пиловловлювачах, а також у мокрих (самоочисних) фільтрах;
- ✓ мокре хімічне очищення – засноване на властивості розчинення газів у рідинах. До цього способу відносяться наступні процеси газоочистки: поглинання шкідливостей рідинами в абсорберах, поглинання шкідливостей твердими речовинами в адсорберах, перетворення газоподібних хімічних домішок у ході хімічних реакцій у тверді і рідкі речовини (екстракція);
- ✓ електричне очищення – засноване на попередній зарядці порохин одним знаком з наступним осадженням їх на елементі пилоосадувача, зарядженому іншим знаком. Цей процес здійснюється в електрофільтрах;
- ✓ ультразвукове очищення – засноване на здатності пилу коагулювати в звуковому полі. Для уловлювання хімічно і вибухонебезпечних пилів існують спеціальні акустические апарати.
- ✓ електромагнітне очищення - засноване на використанні феромагнітних властивостей пилу, що сприяють коагуляції й осадженню часток у магнітному сепараторі.

Для правильного вибору методу очищення газів, а отже і газоочистного апарата, потрібно докладно вивчити властивості пилу, що уловлюється, розрахувати необхідний ступінь очищення газу від розглянутої шкідливості. Необхідно, щоб підібраний газоочистний апарат мав дійсну ефективність не меншу, чим необхідна. Дійсний ступінь очищення в апараті обчислюється з урахуванням дисперсної сполуки пилу, тобто після визначення пофракціонной ефективності процесу газоочистки. Якщо необхідний ступінь очищення газів від пилу не забезпечується одним апаратом, то до установки приймаються два газоочисники,

тобто пиловловлення здійснюється в два етапи – спочатку осаджується великий пил, а в апараті другої ступіні – дрібна.

При підборі пиловловлювача необхідно враховувати діапазон застосування апаратів для очищення газів заданої температури, розташовуване тиск у вентсистемі, цінність, токсичність і інші властивості пилу, що уловлюється, а також економічні витрати на процес газоочистки. Розрахунок підбраної системи газоочистки зводиться до вибору типорозмірів розглянутих типів апаратів, визначенню їх конструктивних, технологічних і економічних характеристик. До технологічних параметрів відносяться ефективність газоочисника, витрата рідини форсунками (для мокрих способів газоочистки), витрата газу через один паралельно працюючий апарат, аеродинамічний опір і періодичність регенерації газоочисника, швидкість газового потоку в робочій зоні апарата, величина подаваної напруги (для електричних методів пиловловлення), і т. п.

#### 4.8.6.3 Класифікація очисних пристроїв

У залежності від механізму газоочистки, пристрої поділяються на наступні групи:

- ✓ гравітаційні – апарати, у яких осадження пилу здійснюється під дією сил гравітації. До таких пристроїв відносяться пилоосадочні камери. Якщо запилений газовий потік, що рухається з визначеною швидкістю по газоходу ввести в камеру, що має площу поперечного переріза значно більшу, ніж площу перетину газоходу, то в цій камері швидкість газу різко зменшується. У цих умовах пил, що міститься в газі, починає осаджуватися з потоку під дією сил ваги (гравітації). Умови осадження пилу в пилоосадочній камері повинні бути такими, щоб частки пилу встигли осісти на дно камери раніш, ніж газовий потік вийде з її. Пилоосадочні камери застосовуються як першу ступінь очищення для уловлювання крупнодисперсної пилу. Збільшенням довжини камери і зменшенням її висоти можна досягти потрібної високої ефективності. Однак, вартість очищення через великі капітальні витрати можуть виявитися дорожче, ніж, наприклад, очищення в циклонах. Тому перебування границі доцільного застосування камер є актуальною проблемою.
- ✓ інерційні – апарати, дія яких засновано на уловлюванні часток пилу чи капель рідини з газового потоку під дією ударно-інерційного ефекту й інерційних сил при зміні напрямку його руху. При цьому пил і краплі рідини по інерції прагнуть рухатися в первісному напрямку й у результаті цього виділяються з газового потоку. Інерційні апарати і каплеуловлювачі є простими по конструкції і дешевими в експлуатації, однак ефективність їх у край мала. Збільшити ефективність можна за рахунок пристрою густих жалюзійних перегородок, але при цьому зростає опір апарата. У цьому зв'язку необхідність оптимізації параметрів роботи таких пиловловлювачів очевидна.

- ✓ відцентрові – апарати, уловлювання пилу в який здійснюється під дією відцентрових сил, що розвиваються при обертально-поступальному русі газового потоку. До таких газоочисників відносяться циклони (в одиночному і груповому виконанні, прямооточні і батарейні циклони), а також ротаційні пиловловлювачі. Під дією відцентрових сил частки пилу підводяться до стінок циклона і разом з частиною газів попадають у бункер. Потім газовий потік, звільнившись від пилу, повертається в циліндричну частину циклона, даючи початок внутрішньому вихру очищеного газу. Циклони одержали широке поширення для очищення газу в системах промислового пиловловлення й аспираційної вентиляції. У залежності від вимог, пропонованих до очищення газу і дисперсної сполуки пилу, циклони застосовують чи самостійно використовують як апарати першої і другої ступіні очищення в сполученні з іншими газоочисниками.
- ✓ мокрі (гідрознепилюючі) – апарати, у яких осадження часток відбувається в результаті контакту запиленого потоку з краплями, чи пухирцями плівками рідини. Ці апарати в залежності від принципу, по якому відбувається контакт газу з рідиною, поділяються на три види: плівкові, барботажные і краплинного зрошення. В апаратах першого виду рідина, з яким контактує потік, стікає у виді тонкої плівки або по стінках апарата, або по поверхні спеціальної насадки, розміщеної усередині установки. В апаратах другого типу газовий потік проходить у виді міхурів через шар рідини, а в апаратах третього виду (скруберах) відбувається контакт між газами, що очищаються, і краплями рідини, розпиленою форсунками. Основну роль у процесі гідрообеспыливания виконує змочування часток рідиною. Змочування – поверхневе явище, що виражається у взаємодії рідини і твердої поверхні при наявності одночасного контакту трьох що незмішуються і нерозчиняються фаз, одна з яких є чи повітрям газом. Кількісною характеристикою змочування служить косинус крайового кута змочування  $\cos\theta$ . Кут  $\theta$  має вершину в крапці роздязнула трьох фаз і утворений дотичними до межфазным поверхонь, що обмежують рідину, що змочується.
- ✓ швидкісні газопромивачі (скрубери Вентури) – найбільш ефективні з апаратів мокрого очищення газів. Скрубер Вентури являє собою трубу Вентури, у яку підводиться рідина, що зрошує, і встановлений за нею каплеуловлювач. Принцип дії скрубера Вентури заснований на інтенсивному дробленні газовим потоком, який рухається з високою швидкістю (порядку 40-150 м/с), що зрошує його рідиною. Осадженню часток на краплях рідини сприяють високі відносні швидкості між ними. Мокрі пиловловлювачі застосовуються для уловлювання нецінного пилу при температурах газового

- поток  $< 1000\text{С}$ .
- ✓ тканеві (рукавні) фільтри – апарати, у яких осадження пилу відбувається на волокнах тканини за рахунок броуновської дифузії, ефекту торкання (зацеплення), інерційних, електростатичних і гравітаційних сил. Тепловий рух часток, викликаний зіткненням їх з газовими молекулами, є переважним механізмом осадження часток діаметром менш  $0,5\ \mu\text{м}$ . Ефект торкання виявляється всякий раз, коли траєкторія руху часток проходить над поверхнею волокон на відстані рівному чи меншому радіуса частки. Інерційне осадження має місце, якщо маса частки і швидкість її руху настільки значні, що вона не може цілком випливати по лінії струму газу, що обгинає перешкоду. Електричне осадження відбувається або при наявності зарядів будь-якого знака на фільтруючих чи матеріалах частках, або різноманітних зарядів одночасно на тих і інших. У залежності від розмірів часток і конкретних умов фільтрації – один з розглянутих механізмів осадження, як правило є переважним і по ньому розраховуються параметри обраного фільтра.
  - ✓ Електрофільтри – апарати, що застосовуються для високоефективного очищення великих обсягів газів від пилу при відносно низьких енерговитратах. Очищення газів у електрофільтрах являє собою зарядку часток пилу від коронуючих електродів, переміщення їх до протилежно заряджених осадительних електродів під дією електростатичних сил, осадження на поверхні осадительних електродів, а також видалення осілої пилу в бункер. Електрофільтри найчастіше застосовуються на ТЕС і ніколи не застосовуються при очищенні газів, що представляють собою вибухонебезпечну суміш, а також при уловлюванні пилу, що має високий питомий електричний опір.

## 4.8.7 ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ ВІД ШКІДЛИВИХ СПОЛУК ТА ГАЗІВ

### 4.8.7.1 Летучі промислові викиди.

Склад летучих промвипадків також різноманітні як джерело й умови утворення. Відомо  $\sim 4$  тис різноманітних випадків, вони описані через ГПК (гранично припустима концентрація). Вони потребують контролю за їхнім утриманням. Всі випадки можна згрупувати по долі їхнього впливу на атмосферу в цілому:

- ✓ оксиди сірки  $\text{SO}_2$  та  $\text{SO}_3$ , від них кислотні дощі;
- ✓ оксиди азоту  $\text{NO}$  та  $\text{NO}_2$ , задушливої дії;
- ✓ оксиди вуглецю  $\text{CO}$  та  $\text{CO}_2$ ;
- ✓ з'єднання фосфору та миш'яку;
- ✓ смоли різноманітного походження;
- ✓ тумани кислот;



- ✓ смердючі з'єднання, що дурно пахнуть:  $H_2S$  та меркаптан;
- ✓ вуглеводні;
- ✓ пари летучих розчинників;
- ✓ пари ртуті;
- ✓ фтор, хлор та їхній з'єднання;
- ✓ сажа - продукт недопалу палива.

#### 4.8.7.2 Нормування викидів.

Особливу увагу приділяють зниженню інтенсивності утворення і виділення оксидів азоту  $N_2O$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $N_2O_3$ .

Заходи: зменшення утримання  $O_2$  і  $N_2$  у реакційній зоні; зниження в припустимих межах температури (там же); зменшення виходу продуктів спалення; застосування двустадійного спалення палива (до  $850^{\circ}C$  із хімічним недопаленням; більш  $850^{\circ}C$  із допаленням); низькотемпературне спалення палива у печах із киплячим шаром. З одного стана в інший (протягом 1 хвилини, пари миш'яку конденсуються перетворюються у туман), багато компонентів взаємодіють із собою і можливо їхнє очищення.

Висновок: перед проектуванням треба старанно вивчити властивості й умови утворення переміщення викидів. Викиди з моменту утворення можуть використовувати двоякі зміни спрямованні, тобто потрібні для очищення, вони повинні враховуватися при проектуванні і побічні - не бажані, проектувальники не можуть їх врахувати. Наприклад - фьюмінгові печі застосовуються для виробництва олова, але може утворитися миш'як. Одже олово уловлюється раніш, чим миш'як, щоб не перемішалися.

Увага на властивості:

- ✓ токсичність;
- ✓ мутагенність;
- ✓ канцерогенність;
- ✓ загальна екологічна активність, тобто вплив на тваринний та рослинний світ (миттєво).

Конкретна характеристика викидів:

- ✓ склад;
- ✓ температура;
- ✓ тиск;
- ✓ характеристика суміші.

Для аерозолів найважливіша:

- ✓ дисперсний склад;
- ✓ якість дисперсного середовища.

Нормативним документом завжди передбачається обов'язкове очищення до можливого рівня з метою поліпшення фонової обстановки.

Як парогазові, так і аерозольні викиди мають велику кількість властивостей і характеристик, їх більш двадцятьох (лекція очищення). Мінімальні уявлення про парогазові викиди дають:

- 1) об'ємна витрата;

- 2) номінальні і граничні коливання: номінальні коливання - коливання при звичайних умовах  $t = 0^{\circ}\text{C}$ ,  $P = 1030 \text{ Па}$ ; граничні коливання -  $\min$  і  $\max$ , і визначають сплески витрат. Залежить від технології виробництва; температура середня технологічне і граничне коливання.
- 3) хімічний склад по кожному компоненту, %. Його можливі зміни.
- 4) тимчасовий режим парогазових змін. Закладаються особисті параметри.

По аерозольним викидам список властивостей і характеристик ширше.

Комплексні викиди - парогазові з аерозольними повинна описуватися комплексно і з урахуванням можливих взаємодій газових компонентів з аерозольними частинками. Особливу увагу треба звернути на дисперсність і морфологію часток.

#### ***Питання винесенні до контролю за темою №4:***

1. Які загальні вимоги щодо якості виготовленої продукції Ви знаєте?
2. Що входить до контролю якості у кар'єрах?
3. Що входить до контролю якості на базах органічних матеріалів?
4. Що входить до контролю якості на КДЗ?
5. Що входить до контролю якості на АБЗ?
6. Що входить до контролю якості на ЦБЗ?
7. Що входить до контролю якості на заводах по виготовленню ЗБВ?
8. Що входить в плани заходів для запобігання забрудненню навколишнього середовища? Що таке «ризик» та їх методи визначення?
9. Наведіть класифікацію негативних чинників на виробництві.
10. Що охоплює прогнозування наслідків небезпечних та екстремальних ситуацій на виробництві? Для чого розробляються попереджувальні та захисні заходи?
11. Що таке «екологічна безпека»? види екологічного контролю та відповідальність за порушення екологічних норм?
12. Які види шкідливих речовин (з погляду можливості очищення) Ви знаєте?
13. Розкрийте поняття – «парогазові викиди».
14. Розкрийте поняття – «аерозольні викиди».
15. Які джерела шкідливих викидів Ви знаєте? Їх класифікація?
16. Як виконується очищення стокових вод від взважених часток?
17. Як виконується очищення повітря від пилу?
18. Які методи експериментального визначення дисперсної сполуки аерозолі Ви знаєте?
19. Які способи очищення повітря від пилу (газів) Ви знаєте?
20. Наведіть класифікацію пристроїв для очищення повітря?
21. Наведіть найбільш поширені види викидів шкідливих сполук та газів? Сформулюйте вимоги щодо нормування цих викидів.

## тема 5: **ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.**

### *Питання до розгляду:*

*Основні положення закону України “про охорону праці”*

*Надання першої медичної допомоги потерпілим*

*Основні законодавчі акти з безпеки життєдіяльності*

*Техніка безпеки при експлуатації виробничого обладнання*

### **5.1 ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ЗАКОНУ УКРАЇНИ “ПРО ОХОРОНУ ПРАЦІ”**

В Україні, першій з країн СНД, набув чинності Закон про охорону праці (№ 668) , створено Комітет з нагляду за охороною праці, національний науково-дослідний інститут охорони праці та науково-інформаційний і навчальний центр охорони праці. При Кабінеті Міністрів України працює Національна рада з питань безпечної життєдіяльності населення. Закон складається з наступних основних розділів.

#### I розділ. Загальні положення

Закон поширюється на всі підприємства, установи та організації незалежно від форм власності та виду їх діяльності. Крім цього закону в Україні чинні Кодекс законів про працю, нормативні акти, правила міжнародного договору. Власник підприємства несе повну відповідальність за створення для працівників безпечних і нешкідливих умов праці та зобов'язаний повністю відшкодувати шкоду особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві і професійних захворювань. Закон регламентує міжнародне співробітництво в галузі охорони праці, використання світового досвіду щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці. Іноземні громадяни та особи без громадянства, які працюють на підприємствах України, мають такі самі права на охорону праці, як і громадяни України.

#### II розділ. Гарантії прав громадян на охорону праці

При укладанні трудового договору власник підприємства повинен проінформувати громадянина про умови праці на виробництві під розписку. Працівник має право відмовитися від дорученої йому роботи, якщо створилась небезпечна ситуація. У цьому випадку за працівником зберігається середній заробіток. Всі працівники підлягають обов'язковому страхуванню власником від нещасних випадків і професійних захворювань шляхом відрахування щомісячно коштів у фонд соціального страхування. Законом визначається: працівники, які зайняті на роботах з важкими та шкідливими умовами праці забезпечуються лікувально-профілактичним харчуванням. Для цих груп працівників робочий час може бути скороченим, підвищена оплата праці та інше. Працівники, які працюють на роботах із шкідливими та небезпечними умовами праці, забезпечуються спецодягом, спецвзуттям, миючими засобами за рахунок підприємства. Власник підприємства зобов'язаний відшкодувати повний розмір втраченого заробітку працівником внаслідок заподіяння шкоди здоров'ю, а також витрати на

лікування відповідно до медичного висновку. За працівниками, які втратили працездатність у зв'язку з нещасним випадком на виробництві або професійним захворюванням зберігається місце роботи (посада) та середня заробітна плата на весь період аж до відновлення працездатності або визнання їх у встановленому порядку інвалідами. Забороняється застосовувати працю жінок на важких роботах і на роботах із шкідливими або небезпечними умовами праці. Перелік зазначених робіт затверджений Міністерством охорони здоров'я України за погодженням з Державним комітетом України з нагляду за охороною праці. Забороняється застосовувати працю неповнолітніх (до 18 років) на важких, підземних і на роботах із шкідливими або небезпечними умовами праці. Перелік цих робіт, а також граничні норми підймання і переміщення важких речей неповнолітніми затверджений Міністерством охорони здоров'я України за погодженням з Державним комітетом України з нагляду за охороною праці. Неповнолітні приймаються на роботу лише після попереднього медичного огляду. Підприємства, на яких працюють інваліди, зобов'язані створювати для них умови праці з урахуванням рекомендацій медико-соціальної експертизи.

### III розділ. Організація охорони праці на виробництві

Власник зобов'язаний створити на підприємстві службу охорони праці та призначити посадових осіб, які забезпечували б вирішення конкретних питань з охорони праці. Типове положення про службу охорони праці затверджено Державним комітетом України з нагляду за охороною праці. - Кожний працівник зобов'язаний знати і виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці, додержуватись зобов'язань щодо охорони праці, передбачених трудовим договором чи угодою. Власник зобов'язаний організувати проведення попереднього і періодичних медичних оглядів працівників, зайнятих на важких роботах, роботах із шкідливими чи небезпечними умовами праці, а також щорічний медичний огляд для осіб віком до 21 року. Власник має право усунути працівника від роботи без збереження заробітної плати за ухилення від медичного огляду. При прийнятті на роботу всі працівники проходять інструктаж (навчання) з питань охорони праці згідно з типовим Положенням, затвердженим Державним комітетом України з нагляду за охороною праці. Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктажу і перевірки знань з охорони праці, забороняється. Фінансування охорони праці здійснюється власником, працівник не несе ніяких витрат на заходи щодо охорони праці. На підприємствах, в галузях і на державному рівні у встановленому Кабінетом Міністрів України порядку створюються фонди охорони праці, кошти цих фондів не підлягають оподаткуванню. Власник повинен організувати розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій відповідно до Положення Державного комітету України. Власник зобов'язаний інформувати працівників про стан охорони праці, причини аварій, нещасних випадків і професійних захворювань та про заходи, яких вжито для їх усунення і забезпечення на підприємстві умов і безпеки праці на рівні нормативних вимог. Для поліпшення охорони праці можуть створюватися асоціації, товариства, фонди та інші добровільні об'єднання громадян.

#### IV розділ. Стимулювання охорони праці

За активну участь та ініціативу працівників у здійсненні заходів щодо охорони праці застосовуються заохочення, які передбачаються колективним договором чи угодою. За порушення нормативних актів про охорону праці, невиконання розпоряджень посадових осіб органів державного нагляду з питань безпеки, гігієни праці і виробничого середовища підприємства, організації, установи можуть притягатися органами державного нагляду за охороною праці до сплати штрафу.

V розділ. Державні, галузеві та міжгалузеві нормативні акти про охорону праці

Державні міжгалузеві та галузеві нормативні акти про охорону праці – це правила, стандарти, норми, положення, інструкції та інші документи, яким надано чинність правових норм, обов'язкових для виконання. Прийняття, перегляд чи їх скасування здійснюються органами державного нагляду за охороною праці у порядку, визначеному Кабінетом Міністрів України. Державні міжгалузеві та галузеві нормативні акти про охорону праці є також обов'язковими для виконання у виробничих майстернях, лабораторіях, цехах, на дільницях та в інших місцях трудового і професійного навчання молоді.

#### VI розділ. Державне управління охороною праці

Державне управління охороною праці в Україні здійснюють:

##### 1. Кабінет Міністрів України:

- ✓ визначає функції міністерств з питань охорони праці;
- ✓ - затверджує національну програму щодо поліпшення стану безпеки, гігієни праці і виробничого середовища;
- ✓ визначає порядок створення і використання фондів охорони праці.

##### 2. Державний комітет з нагляду за охороною праці:

- ✓ здійснює комплексне управління охороною праці на державному рівні;
- ✓ розробляє національну програму поліпшення безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і контролює її виконання;
- ✓ координує роботу міністерств, відомств, місцевої державної адміністрації та об'єднань підприємств у галузі безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;
- ✓ опрацьовує і переглядає систему показників, умов і безпеки праці;

##### 3. Міністерство праці України:

- ✓ здійснює державну експертизу умов праці;
- ✓ визначає порядок та здійснює контроль за якістю проведення атестацій робочих місць щодо їх відповідності нормативним актам про охорону праці;
- ✓ бере участь у розробці нормативних актів про охорону праці.

##### 4. Інші міністерства та центральні органи державної виконавчої влади:

- ✓ здійснюють єдину науково-технічну політику в галузі охорони

- праці;
- ✓ розробляють і реалізують комплексні заходи та здійснюють методичне керівництво діяльністю підприємств щодо поліпшення безпеки, гігієни праці і виробничого середовища в галузі;
- ✓ фінансують витрати на опрацювання і перегляд нормативних актів про охорону праці;
- ✓ організують навчання і перевірку знань з охорони праці керівниками і спеціалістами галузі;
- ✓ створюють при необхідності професійні воєнізовані аварійно-рятувальні формування;
- ✓ здійснюють відомчий контроль зі станом охорони праці.

5. Місцева державна адміністрація, місцеві Ради народних депутатів (у межах відповідної території):

- ✓ забезпечують реалізацію державної політики в галузі охорони праці;
- ✓ формують заходи з питань безпеки, гігієни праці і виробничого середовища, що мають міжгалузеве значення;
- ✓ здійснюють контроль за додержанням нормативних актів про охорону праці.

#### VII розділ. Державний нагляд і громадський контроль

Державний нагляд і громадський контроль за додержанням законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці здійснюють:

- ✓ Державний комітет України з нагляду за охороною праці;
- ✓ Державний комітет України з ядерної та радіаційної безпеки;
- ✓ Органи державного пожежного нагляду, управління пожежної охорони Міністерства внутрішніх справ України;
- ✓ Органи та заклади санітарно-епідеміологічної служби Міністерства охорони здоров'я України;
- ✓ Вищий нагляд за додержанням і належним застосуванням законів про охорону праці здійснюється Генеральним Прокурором України і підпорядкованими йому прокуратурами.

Посадові особи органів державного нагляду за охороною праці мають право:

- - безперешкодно в будь-який час відвідувати підконтрольні підприємства;
- - надсилати керівникам підприємств та іншим посадовим особам розпорядження (приписи) про усунення порушень і недоліків у галузі охорони праці;
- - зупиняти експлуатацію підприємств, цехів, дільниць до усунення порушень вимог щодо охорони праці;
- - притягати до адміністративної відповідальності працівників, винних у порушенні законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці.

#### VIII розділ. Відповідальність працівників за порушення законодавства

про охорону праці

Відповідальність за порушення законодавства про охорону праці:

- ✓ Дисциплінарна
- ✓ Матеріальна
- ✓ Адміністративна
- ✓ Кримінальна

## **5.2 НАДАННЯ ПЕРШОЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ ПОТЕРПЛИМ**

Перша медична допомога – це вид медичної допомоги, який надається на місці ураження чи поблизу нього особовим складом санітарних постів, санітарних дружин або в порядку самопомоги чи взаємодопомоги. Для її здійснення використовуються індивідуальні медичні, а також допоміжні засоби. Цей вид допомоги спрямований на:

- - врятування життя постраждалого;
- - попередження ускладнень;
- - зменшення або повну зупинку дії вражаючого фактора;
- - підготовку до евакуації.

В обсяг першої медичної допомоги входять:

- - зупинка зовнішньої кровотечі;
- - введення знеболювальних засобів;
- - усунення асфіксії;
- - проведення штучного дихання;
- - проведення непрямого масажу серця;
- - іммобілізація переломів кісток.

## **5.3 ОСНОВНІ ЗАКОНОДАВЧІ АКТИ З БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**

Головним законодавчим актом України є Конституція, цілий ряд статей якої стосується питань безпеки життєдіяльності, зокрема:

Стаття 43: “Кожен має право на належні, безпечні і здорові умови праці. Використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров’я роботах забороняється”;

Стаття 49: “Кожен має право на охорону здоров’я, медичну допомогу та медичне страхування”;

Стаття 50: “Кожен має право на безпечне для життя і здоров’я довкілля та на відшкодування завданої порушенням цього права шкоди.

Кожному гарантується право вільного доступу до інформації про стан довкілля, про якість харчових продуктів і предметів побуту, а також право на її поширення. Така інформація ніким не може бути засекречена”;

Стаття 66: “Кожен зобов’язаний не заподіювати шкоду природі, культурній спадщині, відшкодувати завдані ним збитки”;

Стаття 68: “Кожен зобов’язаний неухильно додержуватись Конституції України та законів України, не посягати на права і свободи, честь і гідність інших людей”.

Конституційні права громадян з питань безпеки життєдіяльності визначаються у цілому ряді законодавчих і нормативних актів, які є підвалинами та базою побудови державної системи охорони праці і безпечної життєдіяльності населення України.

#### **5.4 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВИРОБНИЧОГО ОБЛАДНАННЯ**

Безпека виробничого обладнання - властивість виробничого обладнання відповідати вимогам безпеки праці при виконанні технологічних функцій за умов, що встановлені нормативно-технічною документацією.

Виробниче обладнання при експлуатації не повинно створювати небезпеки внаслідок дії вологи, сонячної радіації, механічних коливань, високого чи низького тиску та температур, агресивних середовищ, мікроорганізмів, а також повинно бути пожежо- та вибухобезпечним.

Безпека при експлуатації виробничого обладнання досягається шляхом використання:

- ✓ засобів механізації;
- ✓ виконання ергономічних вимог;
- ✓ дистанційного керування;
- ✓ включення вимог безпеки в технічну документацію (монтажу, експлуатації, ремонту, транспортування, зберігання).

Відновлення необхідного трудового настрою має бути відпрацьовано психологічно, шляхом постійного загострення уваги робітника на першій з його потреб щодо визначення стану його робочого місця до початку робіт. Саме тому велике значення мають збори з робітниками до початку роботи, коли безпосередній керівник ставить виробничі завдання та аналізує стан безпеки на кожному місці.

У процесі виконання робіт керівник повинен здійснювати контроль за станом безпеки і координувати роботу працівника. Вимога визначення відсутності небезпек наприкінці робочої зміни та інформування керівника створює для працівника передумови для осмислення подальшого удосконалення стану безпеки.

##### ***Питання винесенні до контролю за темою №5:***

1. Наведіть основні положення закону України «Про охорону праці».
2. На що спрямовано надання першої медичної допомоги потерпілим?
3. Наведіть основні законодавчі акти з безпеки життєдіяльності?
4. Що включає техніка безпеки при експлуатації виробничого обладнання?



## ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАТЬ СТУДЕНТІВ.

### *Питання винесенні до контролю за темою №1:*

1. Наведіть структуру будівельного комплексу України
2. Яка класифікація підприємств будівельних виробів та конструкцій?
3. Наведіть структуру виробничого процесу у будівельній галузі?
4. З яких елементів складається виробнича структура підприємств?
5. Які основні вимоги застосовуються до генерального плану підприємства?
6. Які особливості складського господарства на підприємствах будівельної галузі?
7. Наведіть структуру та конструкцію складів для зберігання мінеральних заповнювачів.
8. Наведіть структуру та конструкцію складів для зберігання мінерального порошку або цементу.
9. Наведіть структуру та конструкцію складів для зберігання органічних в'язучих.

### *Питання винесенні до контролю за темою №2:*

1. Розкрийте загальну технологічну схему будівельного виробництва.
2. Що входить в зовнішні вантажопотоки підприємств?
3. Що входить у внутрішні вантажопотоки підприємств?
4. Які особливості гірських порід, які розробляються в кар'єрах Ви знаєте?
5. Наведіть класифікацію підприємств по видобутку мінеральних матеріалів.
6. Як виконується визначення запасів дорожньо-будівельних матеріалів у родовищах?
7. Які особливості технологічних процесів при розробці ґрунтових кар'єрів?
8. Наведіть загальну схему перерізу добичного та вськришного уступів із визначенням основних елементів.
9. Які особливості технологічних процесів видобутку піщаних та піщано-гравійних матеріалів Ви знаєте?
10. Які методи виконання буро підривних робіт Ви Знаєте?
11. Які методи руйнування гірських порід при бурінні шпурів та свердловин Ви знаєте?
12. Які види вибухових матеріалів застосовуються при буро підривних роботах?
13. Який транспорт застосовується у кар'єрах?
14. Розкрийте сутність процесу дроблення мінерального матеріалу.
15. Наведіть конструкцію та принцип дії щічних дробарок.
16. Наведіть конструкцію та принцип дії конусних дробарок.
17. Наведіть конструкцію та принцип дії валкових дробарок.
18. Наведіть конструкцію та принцип роботи дробарок ударної дії.
19. Як виконується грохочення подрібненого кам'яного матеріалу?
20. Яке обладнання використовується для грохочення подрібненого матеріалу?
21. Яка сутність процесу збагачення кам'яного матеріалу за формою і розміром?
22. Яка сутність процесу збагачення кам'яного матеріалу за механічними властивостями?
23. Яка сутність процесу збагачення кам'яного матеріалу за вмістом домішок?
24. Яка сутність процесу збагачення кам'яного матеріалу за недоліками структури?
25. Яка сутність процесу миття кам'яного матеріалу у кориті?
26. Яка сутність процесу миття кам'яного матеріалу у барабанних промивних машинах?
27. Яка сутність процесу миття кам'яного матеріалу у вібраційних промивних машинах?
28. Яка сутність процесу миття кам'яного матеріалу у гідро-класифікаторах вертикального типу?
29. Яка сутність процесу миття кам'яного матеріалу у гідро-класифікаторах горизонтального типу?

30. Яка сутність процесу зневоднення кам'яного матеріалу у відцентрових зневоджувачах?
31. Яка сутність процесу зневоднення кам'яного матеріалу у вібраційних зневоджувачах?
32. Яка сутність процесу зневоднення кам'яного матеріалу у спіральних зневоджувачах та дешламаторах?
33. Яка сутність процесу виробництва важкого піску?
34. Яка сутність процесу виробництва мінерального порошку?
35. Які види органічних в'язучих застосовуються у дорожній галузі?
36. Які вимоги до транспортування нафтових бітумів?
37. Яке технологічне обладнання застосовується на базах бітумних матеріалів?
38. Яка класифікація та конструкція бітумосховищ?
39. Яка класифікація та конструкція бітумоплавильних агрегатів?
40. Які особливості та конструкція бітумних насосів та бітумопроводів?
41. Наведіть класифікацію бітумних емульсій?
42. Який принцип приготування бітумних емульсій?
43. Яке обладнання використовується для приготування бітумних емульсій?
44. Які види готової продукції виготовляються на АБЗ?
45. Які вимоги щодо розташування АБЗ?
46. Наведіть класифікацію АБЗ.
47. Наведіть технологічні процеси приготування асфальтобетонних сумішей у загальному вигляді.
48. Наведіть технологічну лінію переміщення мінеральних заповнювачів.
49. Наведіть технологічну лінію переміщення мінерального порошку.
50. Наведіть технологічну лінію переміщення органічних в'язучих.
51. Наведіть технологічну лінію переміщення хімічних домішок та ПАР.
52. Яке технологічне обладнання використовується на АБЗ?
53. Яка класифікація та конструкція сушильних барабанів?
54. Яка класифікація та конструкція асфальтозмішувальних установок?
55. Які механізми та обладнання застосовується на внутрішніх вантажопотоках?
56. Яка класифікація ЦБЗ?
57. З яких технологічних підрозділів складається ЦБЗ стаціонарного типу?
58. Наведіть технологічні процеси приготування цементобетонних суміші.
59. Яке основне технологічне устаткування використовується на ЦБЗ?
60. Наведіть технологічний процес виготовлення арматурних каркасів та арматурних сіток.
61. Наведіть технологічний процес формування залізобетонних виробів.
62. Наведіть технологічний процес тепло вологої обробки.
63. За яких ознак обгрунтовується вибір технологічної схеми виготовлення збірних конструкцій?
64. Які технологічні схеми виготовлення збірних конструкцій Ви знаєте?

***Питання винесені до контролю за темою №3:***

1. Розкрийте поняття – «механізація» та «автоматизація» виробництва.
2. Що включає в себе автоматизація виробничих процесів у кар'єрах?
3. Що включає в себе автоматизація виробничих процесів на КДЗ?
4. Що включає в себе автоматизація виробничих процесів на базах органічних матеріалів?
5. Що включає в себе автоматизація виробничих процесів на АБЗ?
6. Що включає в себе автоматизація виробничих процесів на ЦБЗ?
7. Що включає в себе автоматизація виробничих процесів на заводах з виготовлення

ЗБВ?

***Питання винесенні до контролю за темою №4:***

1. Які загальні вимоги щодо якості виготовленої продукції Ви знаєте?
2. Що входить до контролю якості у кар'єрах?
3. Що входить до контролю якості на базах органічних матеріалів?
4. Що входить до контролю якості на КДЗ?
5. Що входить до контролю якості на АБЗ?
6. Що входить до контролю якості на ЦБЗ?
7. Що входить до контролю якості на заводах по виготовленню ЗБВ?
8. Що входить в плани заходів для запобігання забрудненню навколишнього середовища? Що таке «фізики» та їх методи визначення?
9. Наведіть класифікацію негативних чинників на виробництві.
10. Що охоплює прогнозування наслідків небезпечних та екстремальних ситуацій на виробництві? Для чого розробляються попереджувальні та захисні заходи?
11. Що таке «екологічна безпека»? види екологічного контролю та відповідальність за порушення екологічних норм?
12. Які види шкідливих речовин (з погляду можливості очищення) Ви знаєте?
13. Розкрийте поняття – «парогазові викиди».
14. Розкрийте поняття – «аерозольні викиди».
15. Які джерела шкідливих викидів Ви знаєте? Їх класифікація?
16. Як виконується очищення стокових вод від зважених часток?
17. Як виконується очищення повітря від пилу?
18. Які методи експериментального визначення дисперсної сполуки аерозолю Ви знаєте?
19. Які способи очищення повітря від пилу (газів) Ви знаєте?
20. Наведіть класифікацію пристроїв для очищення повітря?
21. Наведіть найбільш поширені види викидів шкідливих сполук та газів? Сформулюйте вимоги щодо нормування цих викидів.

***Питання винесенні до контролю за темою №5:***

5. Наведіть основні положення закону України «Про охорону праці».
6. На що спрямовано надання першої медичної допомоги потерпілим?
7. Наведіть основні законодавчі акти з безпеки життєдіяльності?
8. Що включає техніка безпеки при експлуатації виробничого обладнання?