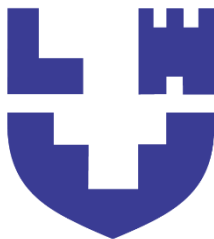


**Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет**



Будівельна техніка та виробнича база будівництва

Конспект лекцій
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня
освітньо-професійної програми
«Будівництво та цивільна інженерія»
галузі знань 19 Архітектура та будівництво
(Г Інженерія, виробництво та будівництво)
спеціальності 192 (Г19) Будівництво та цивільна інженерія
денної та заочної форм навчання

Луцьк 2026

УДК 624 (07)

Б 90

До друку

Голова вченої ради

факультету архітектури, будівництва та дизайну _____ О. АНДРІЙЧУК

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій ЛНТУ
Директор бібліотеки _____ Н. ПОЛІЩУК

Затверджено вченою радою факультету архітектури,
будівництва та дизайну ЛНТУ, протокол № ____ від _____ 2026 р.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри будівництва
та цивільної інженерії ЛНТУ, протокол № ____ від _____ 2026 р.

Завідувач кафедри будівництва та цивільної інженерії _____ О. УЖЕГОВА

Укладачі: _____ О. ЧАПЮК, кандидат технічних наук, доцент кафедри
будівництва та цивільної інженерії ЛНТУ;

_____ О. ПАХОЛЮК, кандидат технічних наук, доцент, завідувач
кафедри будівництва та цивільної інженерії ЛНТУ

Рецензент: _____ О.УЖЕГОВА, кандидат технічних наук, доцент, завідувач
кафедри будівництва та цивільної інженерії ЛНТУ;

Відповідальна за випуск: _____ О. УЖЕГОВА, кандидат технічних наук,
доцент, завідувач кафедри будівництва та цивільної інженерії ЛНТУ

Будівельна техніка та виробнича база будівництва [текст]: конспект лекцій
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освітньо-професійної програми
Б «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 Архітектура та
90 будівництво (G Інженерія, виробництво та будівництво) спеціальності 192
(G19) Будівництво та цивільна інженерія денної та заочної форм навчання /
укладачі О. ЧАПЮК, О. ПАХОЛЮК. – Луцьк: ЛНТУ, 2026. – 164 с.

Методичне видання складене відповідно до програми нормативної
дисципліни професійного спрямування «Будівельна техніка та виробнича база
будівництва» та призначене для здобувачів, які навчаються на ОП «Будівництво та
цивільна інженерія» денної та заочної форм навчання.

© О. ЧАПЮК, 2026
© О. ПАХОЛЮК, 2026

Зміст

	Передмова	4
1.	Будівельний комплекс	6
2.	Кар'єри корисних копалин та виробництво заповнювачів для бетону	16
3.	Виробництво бетонних сумішей та будівельних розчинів і їх транспортування	34
4.	Виробництво бетонних і залізобетонних виробів	44
5.	Виготовлення виробів та конструкцій з легких, силікатних та чарункових бетонів	56
6.	Виробництво металевих деталей і конструкцій	63
7.	Виробництво сантехнічних виробів	68
8.	Виробництво столярних виробів	74
9.	Машини для земляних робіт	84
10.	Вантажопідйомні машини і механізми	135
	Список використаних джерел	162

Передмова

Будівельна галузь України є однією з ключових сфер матеріального виробництва, що визначає рівень розвитку економіки, стан інженерної та транспортної інфраструктури, житлові умови населення та можливості сталого розвитку держави. В сучасних умовах, пов'язаних із масштабними руйнуваннями, необхідністю післявоєнної відбудови, обмеженістю ресурсів і потребою у швидкому відновленні об'єктів різного призначення, роль будівельної техніки та виробничої бази будівництва суттєво зростає.

Одним із провідних напрямів розвитку будівництва є індустріалізація будівельного виробництва, яка передбачає максимальне перенесення трудомістких процесів із будівельного майданчика у заводські умови. Виготовлення будівельних елементів, вузлів, виробів і конструкцій на спеціалізованих підприємствах дозволяє забезпечити стабільну якість продукції, підвищити рівень механізації та автоматизації, скоротити строки будівництва, знизити собівартість робіт і раціональніше використовувати місцеві сировинні ресурси та промислові відходи.

Особливо актуальним розвиток виробничої бази будівництва є для України в умовах необхідності масового житлового та інфраструктурного будівництва. Підвищення ефективності діяльності будівельного комплексу, його конкурентоспроможності, якості житлового, цивільного та промислового будівництва, а також скорочення матеріальних, паливно-енергетичних, фінансових і трудових витрат обумовлюють потребу у випереджаючому розвитку підприємств будівельної індустрії, оновленні парку будівельної техніки та впровадженні сучасних технологій.

Будівництво як галузь матеріального виробництва характеризується складною системою виробничих і коопераційних зв'язків та тісною взаємодією з багатьма суміжними галузями економіки. За різними оцінками, будівельний комплекс прямо або опосередковано пов'язаний більш ніж із 40–50 галузями народного господарства. Він споживає значну частку продукції матеріального виробництва: близько 15–20% загального обсягу промислової продукції, до 80–90% будівельних матеріалів і санітарно-технічного обладнання, приблизно 25–30% металопрокату, до 40–50% лісоматеріалів та помітну частку продукції машинобудування. Це підкреслює системоутворююче значення будівництва для економіки країни.

В умовах ринкової економіки, євроінтеграційних процесів та впровадження міжнародних стандартів до фахівців будівельної галузі висуваються підвищені вимоги. Майбутні спеціалісти повинні володіти сучасними знаннями у сфері будівельної техніки, організації та механізації будівельного виробництва, вміти оцінювати ефективність проектних і технологічних рішень, приймати обґрунтовані інженерні рішення з урахуванням економічних, екологічних та безпекових чинників.

Дисципліна «Будівельна техніка та виробнича база будівництва» є фундаментальною у підготовці фахівців будівельного профілю. Вона формує у студентів уявлення про склад і структуру виробничої бази будівництва, принципи роботи підприємств будівельної індустрії, класифікацію та призначення будівельної техніки, а також особливості її експлуатації в сучасних умовах.

У процесі вивчення дисципліни студенти повинні набути знань щодо технологій виробництва та організації безпечної роботи підприємств, транспортування і зберігання заповнювачів для бетонів, бетонних сумішей і розчинів; виготовлення бетонних і залізобетонних конструкцій із важких і легких бетонів; виробництва та монтажу металевих виробів і конструкцій; санітарно-технічних та електротехнічних вузлів; столярних виробів і дерев'яних конструкцій; виробів із пластмас та місцевої сировини, а також ефективного їх застосування у будівництві.

Таким чином, вивчення дисципліни сприяє формуванню професійних компетентностей, необхідних для практичної діяльності інженера-будівельника, здатного працювати в умовах сучасних викликів та брати участь у відновленні й розвитку будівельної галузі України.

1. Будівельний комплекс

Характеристика будівельної індустрії

Будівельний комплекс є однією з провідних складових господарського комплексу держави та відіграє ключову роль у формуванні матеріально-просторового середовища суспільства. Він забезпечує створення та відновлення житлових, громадських, промислових, транспортних і інженерних об'єктів, без яких неможливе функціонування економіки та нормальна життєдіяльність населення. В сучасних умовах для України значення будівельного комплексу особливо зростає у зв'язку з необхідністю масштабної відбудови зруйнованих територій, модернізації інфраструктури та впровадження енергоефективних і ресурсозберігаючих рішень.

Рівень розвитку будівельного комплексу безпосередньо впливає на темпи соціально-економічного розвитку держави. Водночас сам будівельний комплекс тісно пов'язаний з іншими галузями національної економіки та значною мірою залежить від їх стану. Його функціонування потребує стабільного постачання будівельних матеріалів, металу, машин і механізмів, паливно-енергетичних ресурсів, а також ефективної транспортної та логістичної інфраструктури.

У загальному розумінні будівельний комплекс являє собою сукупність взаємопов'язаних організацій і підприємств, що забезпечують повний цикл створення будівельної продукції - від проектування та виготовлення будівельних матеріалів і конструкцій до виконання будівельно-монтажних робіт і введення об'єктів в експлуатацію. До його складу входять будівельні та спеціалізовані будівельно-монтажні організації, підприємства будівельної індустрії, підприємства з експлуатації будівельної техніки і механізмів, транспортні організації, а також проєктні, науково-дослідні та управлінські структури.

Історично організація будівельного комплексу в Україні зазнавала суттєвих змін. У період планової економіки (70–90-ті роки XX століття) переважна частина будівельно-монтажних робіт виконувалася великими державними будівельними організаціями, що підпорядковувалися галузевим міністерствам і відомствам. Управління будівництвом мало централізований характер і базувалося на адміністративно-командних методах, що обмежувало економічну самостійність підприємств та їхню здатність швидко адаптуватися до змін.

Перехід до ринкових відносин зумовив докорінну перебудову організаційної структури будівельного комплексу. Було ліквідовано більшість галузевих міністерств, а на зміну великим трестам прийшли підприємства різних форм власності - акціонерні товариства, приватні компанії, спільні підприємства. Взаємовідносини між учасниками будівельного процесу почали будуватися на договірних засадах, що сприяло розвитку конкуренції, підвищенню відповідальності та економічної зацікавленості виконавців.

Сучасний етап розвитку будівельного комплексу характеризується формуванням інтегрованих організаційних структур - корпорацій і холдингових компаній, які об'єднують будівельні, виробничі, транспортні та сервісні підприємства. Така організація дозволяє забезпечити комплексний підхід до реалізації будівельних проектів, підвищити ефективність використання ресурсів, скоротити строки будівництва та знизити загальні витрати.

Таким чином, будівельний комплекс являє собою складну багаторівневу систему, ефективне функціонування якої значною мірою визначає розвиток економіки держави. Розуміння його структури, принципів організації та сучасних тенденцій розвитку є необхідною умовою професійної підготовки інженерів-будівельників та фахівців у сфері будівельної техніки і виробничої бази будівництва.

Склад виробничої бази будівництва

Виробнича база будівництва являє собою комплекс підприємств, організацій та ресурсів, що забезпечують виготовлення будівельних матеріалів, конструкцій, виробів та механізмів, необхідних для будівництва житлових, промислових, інженерних та соціальних об'єктів. Ефективність і сучасний рівень будівельного виробництва значною мірою визначаються розвитком виробничої бази та її здатністю забезпечувати будівельні організації необхідними матеріалами, конструкціями та технікою у потрібному обсязі та якості.

До складу виробничої бази будівництва сучасної України входять:

- підприємства з виготовлення виробів і конструкцій зі збірного залізобетону та бетону;
- заводи та фабрики будівельних матеріалів, що випускають цеглу, блоки, плитку та інші конструктивні елементи;
- підприємства з виробництва цементу, в'язучих матеріалів, сухих будівельних сумішей;

- підприємства з виготовлення лицевальних матеріалів на основі бетону, кераміки, природного та штучного каменю, а також теплоізоляційних матеріалів;
- виробники полімерних матеріалів, покриттів для підлог, герметиків, труб, пінопластів та сучасних композиційних матеріалів;
- підприємства з виготовлення керамічної підлоги, санітарно-керамічних виробів;
- підприємства з випуску виробів зі сталевого та алюмінієвого профілю, конструкцій та каркасів;
- виробники покрівельних матеріалів, включно з черепицею, азбестоцементними плитками, шифером та рулонними покриттями на основі традиційних та сучасних еластомерних композицій;
- підприємства з прокату, ремонту та експлуатації будівельних машин, механізмів і транспорту;
- стаціонарні та пересувні виробничі установки, енергетичні господарства, складські комплекси будівельних організацій, лабораторії контролю якості будівельних матеріалів і конструкцій.

Сучасна виробнича база будівництва характеризується високим рівнем механізації, автоматизації та застосуванням інформаційних технологій, що дозволяє підвищити продуктивність праці, знизити собівартість продукції та забезпечити високі стандарти якості. Важливим аспектом є також інтеграція підприємств у вертикально- та горизонтально-структуровані холдингові компанії, що сприяє комплексному підходу до реалізації будівельних проєктів та підвищує стійкість і ефективність всього будівельного комплексу.

Матеріально – технічна база будівництва

Матеріально-технічна база будівництва є основою ефективного функціонування будівельного комплексу, оскільки забезпечує безперервне постачання матеріалів, конструкцій, техніки, інженерних послуг і організаційне обслуговування будівельного процесу. В сучасних умовах вона має вирішальне значення для забезпечення високих темпів будівництва, якості робіт та раціонального використання ресурсів.

Матеріально-технічна база будівництва включає систему підприємств і організацій, що обслуговують як будівельні організації, так і весь комплекс виробничих процесів. У загальному вигляді її можна поділити на три основні ланки:

1. Будівельно-монтажна ланка – складається з будівельно-монтажних організацій, які безпосередньо здійснюють будівництво житлових, промислових, інженерних та соціальних об'єктів. Вона включає підрядні компанії, спеціалізовані бригади та мобільні монтажні підрозділи.

2. Промислово-виробнича ланка – забезпечує будівельно-монтажну ланку матеріалами, конструкціями та напівфабрикатами. До неї входять підприємства з виробництва бетонних та залізобетонних виробів, цегли, блоків, цементу, сухих сумішей, тепло- та звукоізоляційних матеріалів, кераміки, полімерних матеріалів, покрівельних виробів, санітарно-технічного обладнання, металевих і алюмінієвих конструкцій. Також сюди належать кар'єри з видобутку щебеню, піску та гравію, розчино-бетонні вузли, асфальто-бетонні заводи, цехи з виготовлення опалубки та арматури.

3. Інфраструктурна ланка (допоміжна база) – забезпечує нормальну взаємодію та ефективну роботу будівельно-монтажної і промислово-виробничої ланок. Вона включає підприємства з обслуговування та ремонту будівельних машин і механізмів, склади, транспортні організації, логістичні компанії, посередників у закупівлі матеріалів, робітничі селища та інші соціально-побутові об'єкти, навчальні центри та кадрові служби.

Сучасні підприємства промислово-виробничої та інфраструктурної ланок можуть обслуговувати будівельні об'єкти як локально, так і на території цілих регіонів, а деякі - незалежно від відстані, включно з міжнародними проектами. Об'єкти можуть бути постійними або тимчасовими. Тимчасові об'єкти проектуються як інвентарні та збірно-розбірні, що дозволяє їх багаторазове використання на різних будівництвах.

Розташування підприємств промислово-виробничої ланки планується з урахуванням оптимальної доступності для будівельних майданчиків, економії витрат на транспортування, енергопостачання та забезпечення безпеки виробництва. Кар'єри розміщуються у місцях залягання природної сировини, а заводи та вузли виготовлення напівфабрикатів і конструкцій - поблизу основного споживання. Об'єкти інфраструктурної ланки проектується відповідно до потреб будівельного виробництва на основі розрахунку кількості машин, механізмів, запасів матеріалів та чисельності робітників для польових станів і селищ.

Складське господарство є важливою складовою матеріально-технічної бази будівництва, забезпечуючи ефективне зберігання, підготовку та транспортування матеріальних ресурсів для будівельного виробництва. Воно включає:

- території для розміщення складів і вантажних майданчиків;
- будівлі та споруди для зберігання матеріалів, конструкцій і обладнання;
- пристрої та обладнання для переробки матеріалів на складах (сортування, підготовка до монтажу);
- вимірювальне та протипожежне обладнання.

Призначення складського господарства:

- накопичення запасів матеріалів, конструкцій, сировини, палива та забезпечення безперебійного постачання будівельних майданчиків;
- організація вантажно-розвантажувальних робіт та раціонального використання складських приміщень;
- підготовка матеріально-технічних ресурсів до використання;
- забезпечення збереження матеріальних цінностей та контроль за їх рухом.

Класифікація складів:

1. За призначенням:

- **Центральні** - обслуговують одну або кілька будівельних організацій, постачають матеріали на дільничні та приоб'єктні склади, а також у цехи переробки і комплектації;
- **Дільничні** - зберігають обмежену кількість продукції для конкретної будівельної організації;
- **Приоб'єктні** - створюються безпосередньо на будівельних майданчиках і складаються з відкритих майданчиків у зоні дії вантажно-підіймальних механізмів.

2. За умовами зберігання:

- закриті;
- напівзакриті;
- відкриті;
- змішані.

3. За типом будівель і споруд:

- **Постійні** - центральні склади та склади на промислових підприємствах;
- **Тимчасові** - дільничні та приоб'єктні склади, які можуть бути інвентарними та збірно-розбірними для багаторазового використання.

4. За спеціалізацією та засобами переробки:

- склади, що забезпечують підготовку та комплектацію матеріалів;
- склади з обладнанням для сортування, обробки та транспортування вантажів.

Розташування та планування:

- Підприємства промислово-виробничої та інфраструктурної ланок повинні розташовуватися з урахуванням доступності для будівельних майданчиків, оптимізації логістики, енергопостачання та безпеки виробництва.

- Кар'єри та джерела сировини розміщуються безпосередньо в місцях залягання матеріалів, а заводи та вузли виготовлення напівфабрикатів - поблизу основного споживання.

- Інфраструктурні об'єкти проектуються на основі розрахунків потреб у машинах, механізмах, запасах матеріалів та чисельності робітників для робітничих селищ і польових станів.

Таким чином, складське господарство забезпечує безперервність і ефективність будівельного процесу, сприяє оптимальному використанню ресурсів, підвищує продуктивність будівельних організацій та гарантує збереження матеріальних цінностей.

Організація поставок матеріальних ресурсів на будівництво

Система постачання матеріальних ресурсів у будівельній галузі функціонує в умовах ринкової економіки, де постачальник і споживач виступають як торгові партнери, взаємодіючи за умов вільного ціноутворення без прямого втручання держави. Основна задача будівельних організацій - забезпечити постачання якісних матеріалів та виробів за оптимальною ціною.

Господарські зв'язки в постачанні

Постачання матеріальних ресурсів здійснюється через господарські зв'язки, що являють собою комплекс економічних, організаційних і правових відносин між постачальниками та споживачами. Господарські зв'язки можуть бути:

- **прямі** - постачання від виробника до споживача безпосередньо;
- **непрямі** - з участю одного або кількох посередників;
- **змішані** - комбінація прямих поставок і через посередників.

Посередники класифікуються залежно від ризиків і права власності на товар:

1. Дилери - набувають право власності на товар і несуть ризики; винагорода - різниця між ціною продажу та закупки. До дилерів відносяться:

- **Дистриб'ютори** - великі фірми з власними складами, довгостроковими контрактами та сервісним обслуговуванням;

- **Джобери** - оптові продавці, які закупають невеликі партії товару для швидкого перепродажу;

- **Організатори** - оптові посередники, що під час транспортування товару набувають право власності та несуть ризики.

2. Агенти і брокери - не набувають право власності, ризик на них не покладається; винагорода - комісійні. До них належать:

- **Агенти зі збуту та закупівлі** - оптові посередники, що укладають угоди на основі знання ринку;

- **Брокери** - діють від імені клієнта, не беруть на себе ризик;

- **Комісіонери** - здійснюють угоди за дорученням клієнта, від свого імені;

- **Консигнатори** - реалізують маловідомі товари, зберігаючи їх на складі до продажу;

- **Комівояжери** - роз'їзні представники, що пропонують товари за зразками.

Форми організації поставок

- **Прямі поставки** — від виробника до споживача безпосередньо; знижуються витрати на посередників, документообіг спрощується, поставки більш стабільні та регулярні. Використовуються при великих обсягах робіт і тривалому будівництві.

- **Непрямі поставки (через посередників)** — ефективні для малих і середніх обсягів будівництва, коли матеріали споживаються в обмеженій кількості.

- **Транзитна форма забезпечення** — ресурси переміщуються від постачальника до споживача без проміжних складів; скорочує транспортні і заготівельні витрати.

- **Складська форма забезпечення** — матеріали завозяться на склади посередників, звідки відпускаються споживачу.

Техніко-економічне планування

Вибір форми забезпечення здійснюється на основі техніко-економічних розрахунків, що враховують обсяги будівництва, потреби в матеріалах і транспортно-заготівельні витрати. Матеріально-технічні ресурси постачаються відповідно до специфікацій, де зазначаються:

- номенклатура, марки, типи, сорти, розміри;
- кількість та комплектність;
- якість та стандарти (ДСТУ, ТУ);
- вимоги до упаковки та терміни поставки;
- умови оплати, ціни та відповідальність сторін.

Після укладання договорів служби матеріально-технічного забезпечення будівельних організацій відповідають за:

- своєчасну закупівлю матеріалів;
- контроль кількості та якості при прийманні;
- правильне зберігання на складах;
- виконання місячних планів поставок з календарними термінами і обсягами всіх видів матеріальних ресурсів.

Таким чином, організація поставок матеріальних ресурсів є критичною для забезпечення безперервності будівельного процесу, підвищення ефективності роботи будівельних організацій та оптимального використання ресурсів у сучасних умовах ринкової економіки України.

Класифікація і структура підприємств виробничої бази будівництва

Виробнича база будівництва - це промислові підприємства, що виготовляють продукцію для потреб будівельної галузі і організаційно входять до складу будівельних корпорацій, компаній та фірм. Вона забезпечує постачання будівельними організаціями всіх необхідних матеріалів, конструкцій і напівфабрикатів.

Класифікація підприємств за видом продукції:

1. **Спеціалізовані** - виробляють один вид продукції, наприклад, залізобетонні вироби.
2. **Комбіновані** - виготовляють різноманітну продукцію, наприклад, бетонні суміші та столярні вироби.
3. **Підприємств, що виготовляють продукцію з однотипної сировини** (будівельні розчини, залізобетонні вироби).

Класифікація за обсягом виробництва.

Підприємства по виготовленню залізобетонних конструкцій поділяються на категорії залежно від річного обсягу виробництва:

- 1-а категорія - понад 100 тис. м³ продукції;
- 2-а категорія - 50–100 тис. м³;
- 3-я категорія - менше 50 тис. м³.

Структура підприємства та цехів.

Підприємство може включати декілька цехів або малих підрозділів, що обслуговують різні технологічні процеси та виготовляють допоміжну продукцію для функціонування виробництва.

Цех - організаційна частина підприємства, де виготовляють окремі види продукції або виконують спеціальні технологічні операції. Цехи поділяються на:

- **Основні** - переробляють сировину та напівфабрикати в основну продукцію.

- **Допоміжні** - ремонтують технологічне, енергетичне та транспортне обладнання, виготовляють інструменти та пристосування.

- **Обслуговувальні** - організовують роботу транспорту, завантажувально-розвантажувальні роботи, зберігання матеріалів та готової продукції, забезпечують підприємство енергією, парою, водою та стисненим повітрям.

- **Побічні** - виготовляють продукцію з відходів основного виробництва.

Принципи організації цехів.

Виробнича структура цеху може бути:

- **Функціональною (технологічною)** - цехи спеціалізуються на однорідних технологічних процесах (наприклад, бетонозмішувальний цех, розпилювальний цех);

- **Предметною** - кожен цех виробляє один або декілька видів однорідних виробів (наприклад, цех для випуску зовнішніх панелей або фундаментних блоків);

- **Змішаною (предметно-технологічною)** - заготівельні ділянки організовані за технологічною ознакою, обробні та випускні - за предметною.

Робочі місця в цеху.

Робоче місце - первинна ланка виробничого процесу, де працівник або група працівників виконують операції з виготовлення продукції. Робочі місця бувають:

- **Універсальні** - виконуються різні операції;

- **Спеціалізовані** - закріплені за певною операцією або групою операцій, що повторюються періодично.

За характером руху: стаціонарні, пересувні (робітник рухається разом із обладнанням) та маршрутні (робітник рухається, обладнання залишається на місці).

Потокове виробництво

Потокове виробництво - організація технологічного процесу з використанням принципів:

- **Спеціалізації** - підвищує використання обладнання та продуктивність;
- **Пропорційності** - рівна пропускна здатність усіх технологічних постів;
- **Паралельності** - одночасне виконання робіт для скорочення тривалості процесу;
- **Прямострумності** - мінімальний шлях проходження виробу по технологічних постах;
- **Безперервності** - мінімальні міжопераційні перерви;
- **Ритмічності** - виробництво продукції за графіком і через визначені інтервали часу.

Для організації безперервно-потокової лінії використовують спеціалізовані транспортні засоби пульсуючої дії, такі як конвеєри, що забезпечують примусовий ритм роботи працівників і технологічних процесів.

Таким чином, структура та класифікація підприємств виробничої бази будівництва створює умови для ефективного масового виробництва продукції, оптимізації ресурсів та забезпечення високої продуктивності в сучасному будівельному виробництві.

Отже, ефективність будівельного виробництва залежить від правильної організації виробничої та матеріально-технічної бази, оптимізації поставок та сучасних технологій виробництва.

2. Кар'єри корисних копалин та виробництво заповнювачів для бетону

У загальному обсягу вартості будівельно-монтажних робіт вартість матеріалів, отриманих з природної сировини і використаних як заповнювачі для бетонів, складає 5...10 %. Заповнювачі займають до 80 % об'єму бетонів, істотно впливають на його фізико-механічні властивості та техніко-економічні показники застосування в будівництві. Заповнювачі збільшують щільність структури бетонів, їх стійкість до зовнішніх впливів, значно (8... 10 разів) зменшують деформації усадки. У зв'язку з великими обсягами використання заповнювачів місця їх видобування та виробництва повинні розміщуватись поблизу заводів залізобетонних конструкцій і будоб'єктів.

Як дрібний заповнювач у бетонах різних видів використовують річкові, морські і гірські піски. Останні мають більш шорстку поверхню зерен, що забезпечує краще зчеплення піску з цементом. В бетонах необхідно використовувати крупні (модуль крупності $M_k > 2,5$), середні ($M_k = 2...2,5$), а також дрібні ($M_k = 1,5...2$) піски. Застосування дуже дрібних пісків ($M_k = 1...1,5$) призводить до значних перевитрат в'язучих речовин. Кількість пилових часток глини у піску не повинна перевищувати 3 %, у тому числі вміст глини в грудках - 0,5 %. Насипна щільність важких пісків - 1200 кг/м^3 і більше, а легких, відповідно, менше ніж 1200 кг/м^3 .

Піски, що добуваються на території більшості областей України мають вміст глинистих часток 10 % і більше. Тому важливо організувати добування і збагачення дрібних заповнювачів для підприємств виробничої бази будівництва.

Класифікація родовищ та підприємств.

Родовища нерудних будівельних матеріалів класифікуються за місцем розташування, обсягом запасів корисних копалин, характером їх залягання та потужністю, фізико – механічними та хімічними властивостями.

Запаси нерудних будівельних матеріалів поділяються на дві групи: балансові та позабалансові.

Балансові запаси повністю відповідають вимогам ДСТ та технічних умов на постачання нерудних будівельних матеріалів. Позабалансові запаси характеризуються низьким вмістом корисної породи, малою потужністю промислових шарів, тому вони розглядаються як резервні.

За ступенем вивченості родовищ корисних копалин вони поділяються на три категорії А, В, С, з поділом третьої категорії на дві підгрупи С1 і С2.

До категорії А відносяться родовища, запаси, якість та умови залягання яких повністю вивчені та відзначені буровими свердловинами. Умови проведення гірничо – експлуатаційних робіт перевірені на досвіді роботи діючих кар'єрів, а запаси сировини забезпечують експлуатацію на протязі всього нормативного періоду.

До категорії В відносяться копалини, запаси яких розвідані та вивчені з детальністю, яка забезпечує лише основні відомості про особливості умов залягання, якості та їх технологічні особливості.

До категорії С відносяться родовища, запаси яких визначені лише на основі зрізаної мережі розвідувальних свердловин.

Запаси корисних копалин, як правило, повинні забезпечувати експлуатацію кар'єрів на протязі 10 – 15 років при обсязі матеріалу, що добувається 100 – 250 тис м³ на рік, та 20 – 25 років для більш потужних кар'єрів.

До показників які характеризують фізико – механічні властивості копалини яка добувається слід віднести вагові характеристики матеріалу його щільність, зернистість ступень забруднення, тощо.

Комплексна оцінка економічної ефективності розробки даного родовища здійснюється з врахуванням мінімуму приведених витрат на одиницю продукції, її вартості, трудомісткості видобування та переробки.

В залежності від виду робіт підприємства з переробки нерудних матеріалів поділяються на подрібнювально – сортувальні, промивально – сортувальні і комбіновані. Розрізняють підприємства малої, середньої та великої потужності; стаціонарні, збірно – розбірні та пересувні; спеціалізовані – продукція яких чітко визначена і призначена для випуску деталей або виробів вузької номенклатури, універсальні, які випускають широкий асортимент матеріалів. Підприємства малої потужності (продуктивністю до 50 тис м³ на рік), як правило виконують тимчасові задачі, тому влаштовуються збірно – розбірними. Підприємства середньої і великої потужності (з річною продуктивністю 250 тис м³ і більше у більшості випадків є стаціонарними.

Кар'єри нерудних матеріалів

Нерудними матеріалами, що застосовуються у будівництві є камінь, гравій , пісок або пісково – гравійні суміші, глина, крейда, тощо. В залежності від виду матеріалу, що добувається, кар'єри поділяються на камінні, пісково – гравійні, пісчані та глиняні.

Кам'яні кар'єри у свою чергу поділяються на кар'єри рваного каменю, якій утворюється при підриві гірських порід (бутовий камінь), та штучного колотого каменю.

Піскові кар'єри поділяються на кар'єри гірського та річкового піску. В залежності від розташування на місцевості кар'єри поділяються на гірські, заплавні та руслові, за характером залягання корисної породи: з суцільним, пошаровим та лінзовим заляганням.

З розташуванням кар'єрів пов'язана організація робіт і способи їхньої розробки. В гірських кар'єрах – сухі розробки, у заплавних, що періодично затоплюються паводковими водами, і в руслових кар'єрах матеріали видобуваються з під води.

За призначенням розрізняють кар'єри: промислові – постійно діючі підприємства, що обслуговують різних споживачів у районі їх розташування, сировинні, також постійно діючі, що постачають матеріали для підприємств які виготовляють будівельні матеріали і напівфабрикати, будівельні – тимчасові, що обслуговують окремі об'єкти під час їх будівництва.

При проектуванні кар'єрного господарства, визначають: межі кар'єру, спосіб розкриття і місце розташування відвалів породи, спосіб розробки матеріалу і його транспортування, організацію розробки. Розміри кар'єру визначають на основі потрібного об'єму матеріалу з урахуванням його втрат (на недобори, при транспортуванні, на місцях складування), а також змінення фізичних властивостей.

Непридатний для використання верхній шар ґрунту, розробляють з переміщенням за межі кар'єру (при невеликій його площі), або у вироблений простір (при великих розмірах кар'єру). Корисний матеріал в сухих кар'єрах, зазвичай, розробляють екскаваторами – пряма лопата з навантаженням на транспортні засоби.

Добування піску здійснюють відкритим або підводним способом. При відкритому способі роботи у кар'єрі починають з виконання розкривних робіт, тобто видалення верхнього шару породи. Для цього використовують:

- 1) Бульдозери – на невеликих кар'єрах, де розкривний шар становлять м'які породи потужністю до 0,5 м при віддалі транспортування не більше 80...100 м;

- 2) Скрепери, якщо товщина верхнього шару не перевищує 1,5 м. Рекомендуються для розкриття на піщаних і піщано-гравійних кар'єрах, що дозволяє знизити вартість і підвищити продуктивність праці;

- 3) Екскаватори з місткістю ковша 0,5 м³ і більше.

- 4) Гідромонітори – забезпечують комплексне і неперервне виконання операцій по розробці і транспортуванні матеріалів. Застосування на піщано-гравійних кар'єрах методу гідромеханізації дозволяє одночасно з добуванням заповнювачів виконувати гідравлічну класифікацію піску і гравію за фракціями, очищеними від шкідливих домішок. Собівартість добування піску і гравію способом гідромеханізації на 30 % нижче, ніж іншими способами. Цей метод найбільш ефективний при розробці підводних і берегових кар'єрів, тому що при цьому полегшується технологічність процесу водою, що дозволяє виконувати промивання і сортування матеріалів. (рис.2.1).

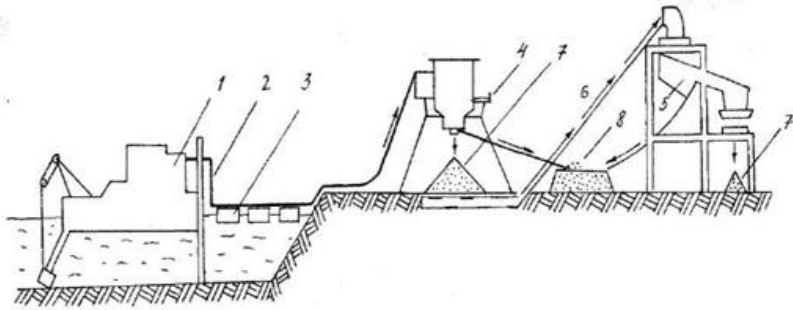


Рис. 2.1. Схема добування піщаних порід в гідромеханізованому кар'єрі: 1-земснаряд; 2-пульпопровід; 3-понтони; 4-грохот-класифікатор; 5-грохот; 6-конвеєр; 7-пісок; 8-гравій

При добуванні піску способом гідромеханізації найбільше розповсюдження отримали плавучі установки. В окремих випадках застосовують землевідсмоктувачі наземного типу, а також землевідсмоктувачі крокуючі установки типу ЗШУВД-21 і ЗМГ-2М.

З метою класифікації піску за фракціями, безпосередньо на місці його добування доцільно використовувати землевідсмоктувачі в комплекті з гідравлічними класифікаторами. Технологічний процес добування заповнювачів методом гідромеханізації полягає в тому, що спочатку земснарядом суміш відсмоктується, потім пульпою подається на класифікатор, звідти - на сита. Велике значення при розробці піщано-гравійних кар'єрів методом гідромеханізації має раціональне вирішення будівельних конструкцій збагачувальних установок, естакад для пульпопроводів, транспортерів, які виконуються із збірних залізобетонних конструкцій. У тих випадках, коли відвантаження готової продукції здійснюється водним транспортом, доцільно використовувати плавучі збагачувальні установки.

Потужність підприємств з добування дрібних заповнювачів складає до 500 тис.м³ піску в рік і більше.

Як крупний заповнювач у важких бетонах використовують матеріали природного і штучного походження (гравій, щебінь із штучного каменю).

На будівництво щебінь постачають у вигляді таких фракцій: 3...10 мм, 5...10 мм, 3...20 мм, 5...20 мм, 20...40 мм, 40...70 мм, 70...120 мм, 120...150 мм. Вміст пилових і глинистих часток у щебені змінюється залежно від марки щебеню за міцністю і становить не більше 3 %, у тому числі, глинистих часток у грудках 0,25 %. Міцність заповнювачів повинна бути більшою за марку бетону при стиску в 1,5...2 рази. Добування крупних заповнювачів здійснюється у кам'яних і піщано-гравійних кар'єрах.

Бутовий камінь з граніту, вапняків та інших міцних порід перероблюють подрібненням і сортуванням на щебінь різних фракцій, гравійно-піщану суміш - сортуванням і промиванням. Залежно від виду і

обсягів виконуваних робіт підприємства з виробництва заповнювачів поділяють на : сортувальні, подрібнювально-сортувальні, комбіновані; потужністю 90...100 тис.м³ виготовлених заповнювачів в рік, 100...500 тис.м³ і більше ніж 500 тис.м³ заповнювачів у рік.

Добування нерудних будівельних матеріалів для виготовлення заповнювачів здійснюють відкритим, підводним, підземним способами. Найбільш економічним є відкритий спосіб, так як при цьому можна застосувати ефективне обладнання. Виробництво крупних заповнювачів відкритим способом починають з виконання розкривних робіт.

Вибираючи спосіб розкриття родовищ, враховують наявність підйнятно-транспортних засобів та гірничо-геологічні умови розроблюваних родовищ.

Найсприятливіші умови мають родовища рівнинного типу з мінімальними обсягами розкривних порід, що характерно для більшості гранітних родовищ України.

Подрібнення і сортування заповнювачів здійснюється відкритим або замкненим циклом. При відкритому циклі вихідний матеріал пропускають крізь дробарку одноразово, після чого матеріал подають на сортування, а потім на склад готової продукції. При замкненому циклі матеріал, який не пройшов крізь сито, з грохотів подається на подрібнення у ті ж самі дробарки. Перевагою схеми з замкненим циклом є те, що вихідний отвір дробарки може бути встановлений на більший розмір, що дозволяє підвищити продуктивність дробарок. Крім того, при цьому досягається більша рівномірність подрібнення і зменшуються витрати паливно-енергетичних ресурсів. Замкнений цикл використовують при дво- і багатоступеневому подрібненні.

На підприємствах з виробництва заповнювачів використовуються дробарки, що розрізняються за способом подрібнення:

- розроблювальні періодичним натисканням дробильних поверхонь (щоківі і конусні);
- розроблювальні з неперервним натисканням дробильних поверхонь (валкові);
- ударної дії (молоткові).

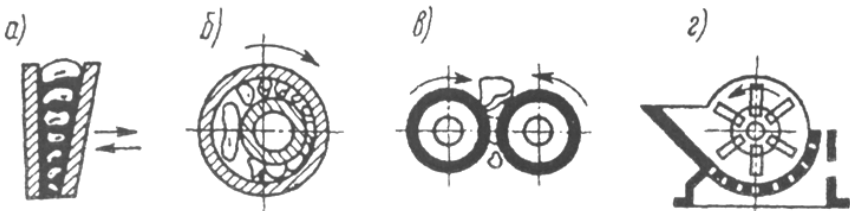
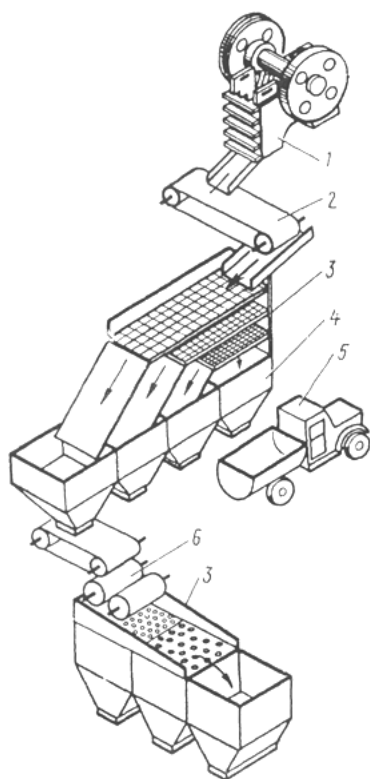


Рис. 2.2. Схеми дробарок: а)-щокова, б)-конусна, в)-валкова, г)-молоткова



Ефективність роботи дробильного обладнання характеризується *ступенем подрібнення матеріалів*, тобто відношенням діаметра найбільших кусків, що поступають на подрібнення, до діаметра найкрупніших кусків, що пройшли подрібнення. Існуючі конструкції дробарок не можуть забезпечити дуже високого ступеня подрібнювання при однократному проходженні через них, тому застосовують двоступеневі та більше схеми дробарок (Рис.2.2).

Рис.2.3. Схема двоступеневого дроблення: 1-щоква дробарка; 2-транспортер; 3-грохот; 4-бункер; 5-автосамоскид; 6-валкова дробарка

Щоківі дробарки - це машини для руйнування (подрібнення) шматків твердого матеріалу шляхом роздавлювання між двома робочими плитами (щокими). Мають ступінь подрібнення 4...6 та використовуються, переважно, для первинного подрібнення кам'яних матеріалів різної міцності.

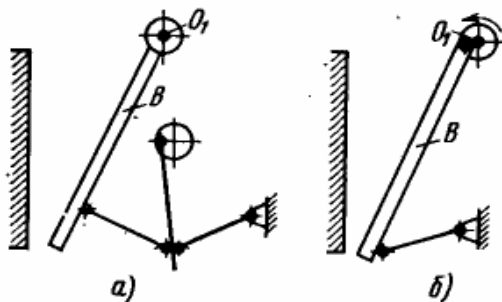


Рис. 2.4. Щоква дробарка: а) з простим рухом, б) зі складним рухом

Процес здійснюється у робочому просторі клиноподібної форми:

1. Завантаження: Матеріал потрапляє у камеру дроблення.
2. Дроблення: Рухома щока наближається до нерухомої, виникає зусилля стиснення, що перевищує межу міцності матеріалу.
3. Розвантаження: При відході рухомої щоки подрібнений матеріал під дією сили тяжіння випадає через вихідну щілину.

Можуть бути з простим та складним рухом:

1. Простий рух: щока підвішена на верхній осі а рух - дуга кола. З плюсів - велика сила натискання (для надміцних порід), а з мінусів - нерівномірне зношування плит.

2. Складний рух: щока закріплена на ексцентриковому валу а рух — замкнута еліпсна траєкторія. З плюсів - Матеріал не тільки стискається, а й стирається (висока продуктивність) а з мінусів - швидке зношування футеровки при роботі з абразивними породами.

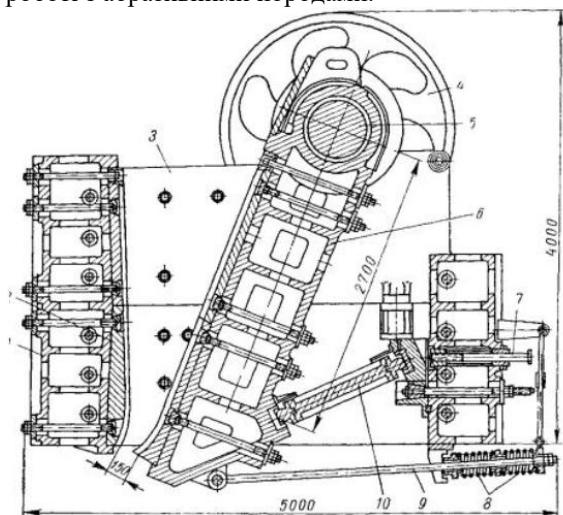


Рис. 2.5. Щокова дробарка 12001500 150:

- 1 – станина; 2 – нерухомі подрібнювальні плити; 3 – бічна футерівка;
4 – маховик; 5 – ексцентриковий вал; 6 – рухома щока; 7 – віджимний болт; 8 – замикаючі пружини; 9 – тяга; 10 – розпірна плита.

Основні вузли конструкції:

- Станина (рама): Несуча конструкція (лита або зварна).
- Ексцентриковий вал: Головний привідний вузол.
- Щоки: Нерухома та рухома.
- Дробильні плити (футеровка): Змінні деталі з марганцевистої сталі зі сталевим профілем (зубцями).
- Розпірна плита: Запобіжний елемент (ламається при потраплянні недробильного тіла, захищаючи вал).
- Маховик: Акумулює енергію для подолання пікових навантажень.

Як правило, кут між щоками (зазвичай $15\text{--}25^\circ$). Якщо кут занадто великий, матеріал буде виштовхуватися вгору. Розмірами ширини вихідної щілини можна регулювати крупність готового продукту.

До переваг щоккових дробарок можна віднести простоту, надійність, можливість роботи з вологими матеріалами (менше забиваються, ніж роторні) а до недоліків високі вібрації, переривчастий характер роботи (дроблення тільки при зближенні), високий вміст лежачих (пласких) часток у щєбені.

Конусні дробарки - це машини безперервної дії, призначені для дроблення міцних та середньої міцності гірських порід і мають ступінь подрібнення 5-10. На відміну від щоккових дробарок, процес руйнування в ній відбувається безперервно, що забезпечує вищу продуктивність та менші динамічні навантаження на фундамент.

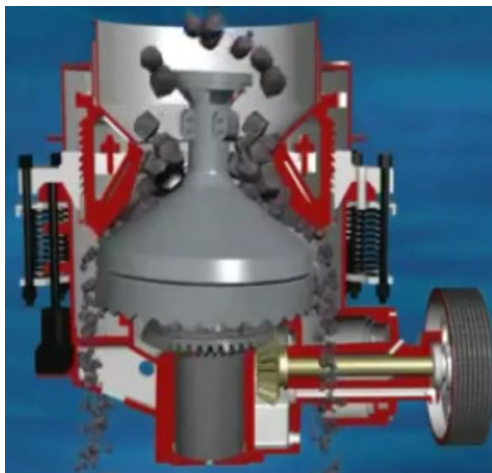
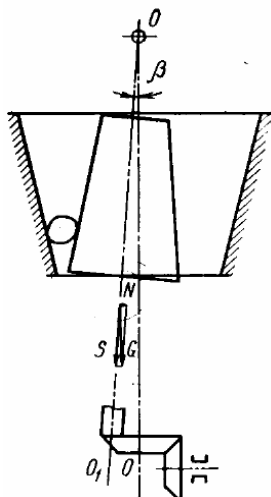


Рис. 2.6. Конусна дробарка

Їх поділяють на три основні групи:

1. Крупне дроблення: приймають матеріал розміром до 1500 мм. Характеризуються крутим конусом (кут при вершині біля 20°).
2. Середнє дроблення: використовують на другій стадії. Мають пологий конус та довшу паралельну зону для калібрування продукту.
3. Дрібне дроблення: призначені для отримання дрібного щєбеню та відсіву. Мають найдовшу зону калібрування.

Основними робочими органами є нерухома конічна чаша та рухомий внутрішній конус, закріплений на валу. Нижній кінець вертикального вала вставлений в ексцентрикову втулку. Під час обертання втулки вісь вала описує конічну поверхню з вершиною в точці підвісу.

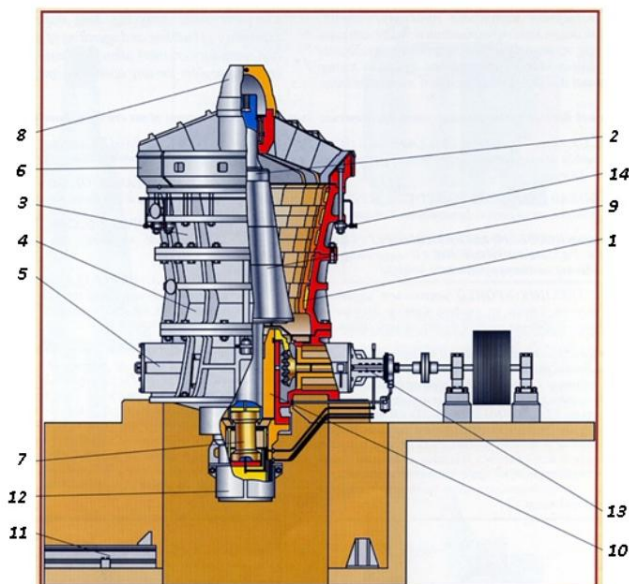


Рис. 2.6. Конструкція конусної дробарки: 1 - нерухома конічна чаша; 2 - дробильний конус; 3, 4, 5 - верхнє, середнє і нижнє кільця станини; 6 - траверса; 7 - головний вал; 8 - ковпак; 9 - броня рухомого конуса; 10 - ексцентриковий стакан; 11 - рейкова колія; 12 - плунжер; 13- привід дробарки; 14 0- гідравлічний домкрат.

Для автоматизації та захисту вузлів у сучасних лекціях варто виділити:

- Гідравлічне регулювання щілини: дозволяє змінювати розмір фракції "на ходу" та розвантажувати камеру при заклинюванні.
- Система "Unstoppable": гідравлічні амортизатори, що пропускають недроблені об'єкти (шматки металу) без зупинки машини.

Валкові дробарки застосовують для тонкого, дрібного, середнього і крупного подрібнення гірських порід і інших матеріалів різної твердості, брикетування матеріалів, видалення з глини кам'янистих включень і т.д і мають ступінь подрібнення 3-6. У валкових дробарках подрібнення матеріалу здійснюється роздавлюванням, частково стиранням, ударом або згином між двома валками, що обертаються назустріч один одному.

Перевагами валкових дробарок є простота, надійність в роботі, невелика витрата енергії а недоліками є неможливість подрібнювати відносно невеликі шматки матеріалу, невелика продуктивність, наявність вібрації і необхідність рівномірного безперервного живлення валів щоб уникнути зниження їх ефективності.

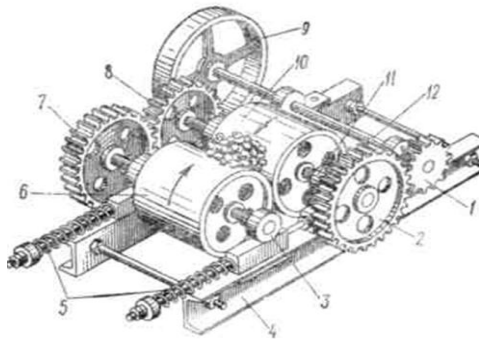


Рис. 2.7. Схема валкової дробарки з гладкими валками і шестерним приводом

Валкові дробарки можна класифікувати за наступними основними ознаками:

За призначенням і по формі робочої поверхні:

1) для тонкого, середнього і дрібного дроблення матеріалів з гладкою поверхнею валів (рис. 2.8, а), з подовжніми напівкруглими виїмками на одному з валів (рис. 2.8, б);

2) для крупного дроблення глинистих матеріалів із зубчатими валками (рис. 2.8, в);

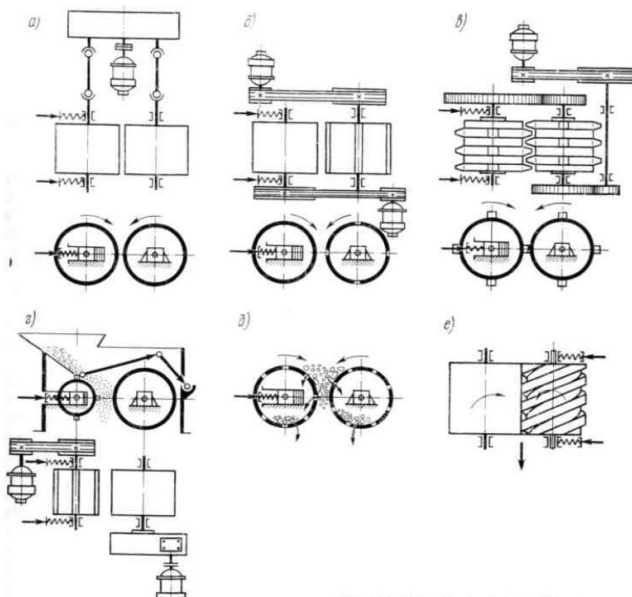


Рис. 2.8. Типи валкових дробарок

3) для середнього і дрібного дроблення глинистих матеріалів і видалення каменів з одним гладким і іншим рифленим валками (рис. 2.8, г) і з валками, що мають гвинтову поверхню (рис. 2.8, е);

4) для крупного, середнього, дрібного, тонкого дроблення матеріалів і формування брикетів з дірчастими валками (рис. 2.8, д) і валками, що мають півсферичні виїмки на двох валках

По рухливості корпусів підшипників конусні дробарки є:

1) дробарки з рухомими корпусами підшипників у одного з валів, що набули найбільшого поширення;

2) дробарки з нерухомо закріпленими корпусами підшипників у двох валів;

3) дробарки з рухомими корпусами підшипників у двох валів, із-за складності конструкції і експлуатації вони не знайшли широкого розповсюдження.

Молоткова або роторна дробарка використовується для середнього та дрібного дроблення з робочим органом у вигляді ротора з шарнірно закріпленими на ньому ударними елементами — молотками (Рис. 2.9).

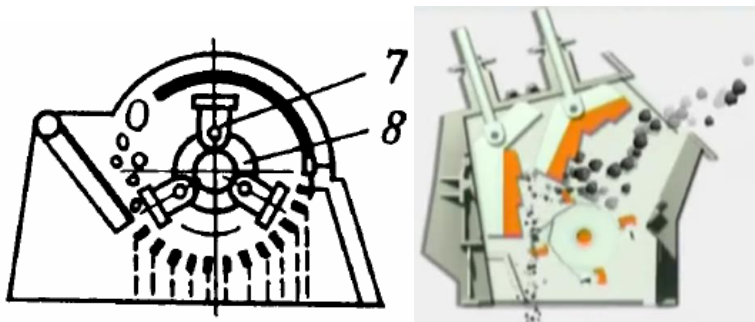


Рис. 2.9. Типи валкових дробарок

В молоткових дробарках матеріал дробиться в основному ударом молотків, які підвішені до ротора, що обертається у робочому просторі дробарки, обмеженому футерованим броньовими плитами корпусом. Додаткове (вторинне) дроблення матеріалу здійснюється при ударі грудки об броньові плити корпусу дробарки. Дроблення матеріалу відбувається доти його зерна не зможуть пройти крізь щілини колосникової решітки.

Продуктивність молоткових і роторних дробарок залежить від їхніх конструктивних і механічних параметрів (діаметра, довжини і частоти обертання ротора; кількості, маси і числа молотків; розташування і форми відбійних плит; способу завантаження і глибини проникнення грудок у зону ротора). Продуктивність також залежить від фізичних властивостей матеріалу, що дробиться (міцності, вмісту глинистих речовин, вологи, крупності вихідного і дробленого продуктів). Між продуктивністю

дробарки, подрібнюваністю вихідного матеріалу, ступенем дроблення і потужністю електродвигуна існує взаємозв'язок. При постійних умовах дроблення з підвищенням продуктивності знижується ступінь дроблення і навпаки. Теоретична формула для розрахунку продуктивності молоткових і роторних дробарок відсутня. Для орієнтованого розрахунку продуктивності молоткових і роторних дробарок застосовують різні емпіричні формули.

При підвищенні міцності, в'язкості і вологості матеріалу, що дробиться, і зменшенні крупності дробленого продукту продуктивність молоткової дробарки знижується. При рівномірному живленні забезпечується більш висока продуктивність дробарки.

Молоткові і роторні дробарки вимагають ретельного балансування ротора. Швидкість завантаження вихідного матеріалу повинна вибиратись у залежності від швидкості обертання ротора. Ширину щілини між колосниками і відстань між решіткою і кінцями молотків вибирають у залежності від необхідної крупності дробленого продукту і вологості вихідного матеріалу. Ширина щілини між колосниками повинна бути у 5 – 6 разів більше розміру зерен дробленого продукту при дробленні до 6 мм і у 1,5 – 2 рази при дробленні до 50 мм. При дробленні вологих матеріалів з глинистими домішками відстань між колосниками збільшують або працюють без них.

Залежно від властивостей матеріалу, що дробиться, і необхідної крупності дробленого продукту застосовують молотки різної форми і маси (від 1 до 135 кг). Молотки виготовляються із зносостійких сталей.

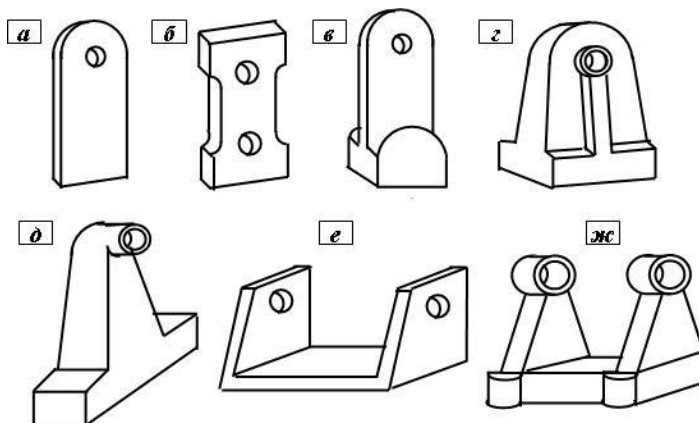


Рис. 2.10. Форми молотків

Молотки колосникового типу (рис. а, б) застосовують при дробленні малоабразивних та м'яких порід. Деякі молотки мають два отвори, щоб можна було при зносі обох кінців молотка з одного боку перевісити його другим боком. Молотки з потовщенням на робочому кінці (рис. в, г, д)

застосовують при дробленні міцних матеріалів середньої абразивності. Скобоподібні молотки (рис. е) використовують при тих же умовах роботи, що й молотки колосникового типу. Посилена скобоподібна конструкція (рис. ж) застосовується при дробленні міцних матеріалів. Молотки скобоподібної форми працюють більш ефективно ніж колосникові, але експлуатація дробарок у цьому випадку є складнішою, тому що при їхньому нерівномірному зносі порушується зрівноваженість дробарки.

Шарнірне кріплення молотків дозволяє уникати поломок при потраплянні у робочий простір дробарки предметів, що не дробляться, тому що у цьому випадку молотки відхиляються на деяких кут.

Молоткові дробарки призначені для крупного, середнього і дрібного дроблення матеріалів низької і середньої твердості, але частіше їх застосовують для середнього і дрібного дроблення. В молоткових дробарках досягається високий ступінь дроблення - 20 і більше. Вони характеризуються високою продуктивністю і малою питомою витратою електроенергії.

До переваг молоткових дробарок слід віднести простоту конструкції, надійність, компактність, велику продуктивність, високий ступінь дроблення (20 і більше) та порівняно невеликі питомі витрати електроенергії.

Недоліками молоткових дробарок є швидкий знос молотків і залипання отворів колосникової решітки при дробленні вологого вугілля.

Сортування подрібненого матеріалу за фракціями виконують декількома способами; механічним, гідравлічним, повітряним і магнітним.

Механічний спосіб сортування за допомогою грохотів є найбільш розповсюдженим при виробництві заповнювачів. Грохот - пристрій для механічного розділення (сортування) сипких (грудкуватих) матеріалів за крупністю частинок шляхом просівання їх через просіювальну поверхню (решітку, решето, сито) з заданою шириною щілини або отвору.

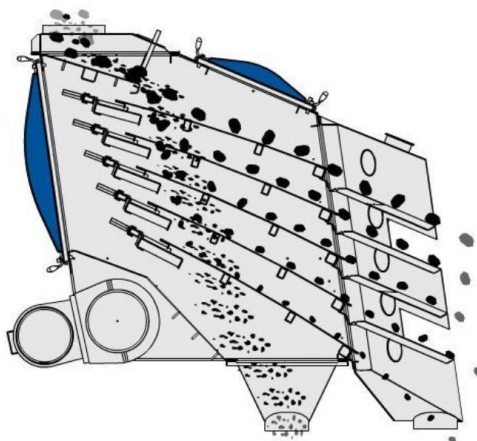


Рис. 2.11. Модель процесу грохочення.

За принципом дії розрізняють такі типи грохотів:

- нерухомі (колосникові, гідрогрохоти, конусні та дугові);
- з рухомими елементами:
 - коливаннями та вібраціями робочого органу (інерційні, резонансні, плоско-хитні, гіраційні);
 - обертальним робочим органом (барабанні та грохоти-дробарки, відцентрові, конусні самоочисні, імовірнісні);
 - рухомою просіювальною поверхнею (валкові, шнекові, з пружно-деформованим ситом, з безпосереднім збудженням сита).

За розташуванням просіюючої поверхні розрізняють: похилі та горизонтальні.

Відповідно до форми просіюючої поверхні грохоти поділяють на плоскі, зі змінним кутом нахилу, дугові, конічні, циліндричні (барабанні), а також **призматичні** (бурати) та пірамідальні.

За призначенням грохоти розділяють на:

- попередньої класифікації (80...100 мм і більше);
- підготовчої класифікації (крупність матеріалу 3, 6, 10, 13, 25 мм);
- дешламаційні (для мокрого відокремлення дріб'язку до 0,5...1,0 мм);

Залежно від густини матеріалів, які піддають розсіву, застосовують грохоти легкого ($\delta \leq 1,4 \text{ т/м}^3$), середнього ($\delta \leq 1,8 \text{ т/м}^3$) і важкого ($\delta \leq 2,8 \text{ т/м}^3$) типів.

Найбільш ефективні рухомі грохоти - плоскі і барабанні, обладнані рухомими ситами для сортування матеріалів (Рис. 2.12). На піщано-гравійних кар'єрах добре себе зарекомендували конічні грохоти, які дозволяють виконувати утилізацію відходів шляхом отримання піску з відходів подрібнення кам'яних порід. Рухомі плоскі грохоти можуть мати два види поверхні просіювання: колосникову, яка складається з окремих листів з штампованими або просвердленими отворами та сітчасту.



Рис. 2.12. Робота грохота в кар'єрі

Для отримання продукту вищої підвищеної чистоти бажано кінцеве грохочення сумішати із промиванням, проводячи його у барабанних грохотах. Вони дозволяють отримувати одночасно 2...5 фракцій. Промивання заповнювачів бетону - одна із найважливіших умов для забезпечення якості продукції. Ефективність промивання залежить від фізичних властивостей глини, величини грудок, витрати і температури води, часу промивання і вмісту у вихідному продукті пилюки та глинистих часток. При підвищенні температури з 7 до 20°C ефективність розмивання грудок зростає майже в 2 рази.

Широко використовується також метод гідравлічної класифікації. Розподіл піщано-гравійної породи при цьому здійснюється за рахунок різних швидкостей осідання у водяному потоці піщаних частинок, в яких більш крупні і важкі осідають швидше за дрібні і легкі.

За принципом дії розрізняють: гравітаційні та відцентрові гідро-класифікатори.

З гравітаційних найдосконалішими є вертикальні класифікатори із висхідним струменем (Рис. 2.3). процес проходить у дві стадії. Спочатку пульпа розділяється у збагачувальній камері 7 і основна частина дрібних часток виноситься на злив 8. Великі зерна осідають і поступають у класифікаційну камеру 4, де проходить кінцеве розділення суміші. Недоліком є обмежена кількість фракцій та необхідність подальшого збагачення дрібної фракції, оскільки в ній залишаються глинисті та інші домішки.

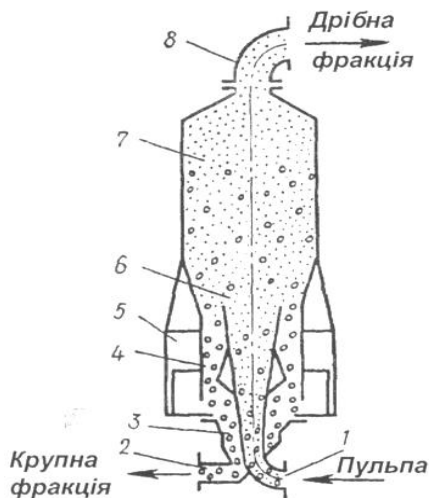


Рис. 2.3. Гідравлічний класифікатор з висхідним струменем води:

- 1-живильний патрубок;
- 2-розвантажувальний патрубок;
- 3-збірник крупної фракції;
- 4-класифікаційна камера;
- 5-водний колектор;
- 6- дифузор;
- 7-збагачувальна камера;
- 8-зливна труба

Прикладом відцентрового класифікатора є гідроциклон. Гідроциклон (рис. 2.4) складається із крупного живильного короба з патрубком для подачі шламу, встановленим тангентно до поверхні короба. Під коробом розміщений конус, а зверху - переливний круглий короб з патрубком, також тангентним до поверхні короба, через який видаляється готовий шлам.

Завдяки тангентному входу шламу утворюється вихоровий потік, з якого під дією відцентрової сили відкидаються частинки, які по внутрішній поверхні скочуються вниз у кожух. Дрібні частинки залишаються в центрі обертowego потоку, піднімаються вгору і виносяться у зливний патрубок.

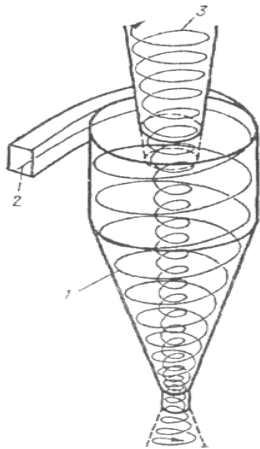


Рис. 2.4. Схема руху гідросуміші у гідро циклоні:

- 1-зовнішній потік великих частинок, що рухаються вниз;
- 2-вхідний патрубок;
- 3-внутрішній потік з дрібних частинок, що рухаються вгору

Зневоднення є необхідним після мокрої переробки нерудних матеріалів. Особливо важливим воно є для матеріалів, що добуваються гідромеханічними способами.

Найчастіше використовують *дренування* - стікання води з крупно- та середньозернистих матеріалів. Дренування гравію, щебеню і рідше піску проводять на складах, зневоднювальних бункерах та елеваторах, часом на віброгрохотах. Літом на дренувальних складських площадках за 2...3 доби можна знизити вологість щебеню і гравію до 5...7%, а піску - до 7...10%. Витримка у зневоднювальних бункерах, виконаних із перфорованими стінками і дренажними трубами знижує до 10% вологість крупних фракцій щебеню за 6...8 год., а дрібних фракцій - за 16...24 год. Вібрація на грохотах дозволяє інтенсифікувати зневоднення і отримати матеріал з вологістю 3...8%.

Широко застосовують для зневоднення нерудних матеріалів також *сушіння*:

- природне - в штабелях;
- штучне - в сушильних барабанах.

Виробництво стінових і облицювальних виробів

Стінові і облицювальні вироби можна отримати шляхом обробки гірських порід. Стінові вироби з гірських порід широко застосовують в Криму, Одеській, Миколаївській та інших областях України. Їх собівартість в 1,5...2 рази нижча, ніж керамічної цегли. Але необхідно враховувати, що ефективність використання виробів, виготовлених з гірських порід, залежить від відстані підприємств-виробників від будівельних організацій-споживачів. Як стінові так і опоряджувальні вироби для житлового будівництва найбільшого розповсюдження отримали вироби з туфа, ніздрюватих вапняків. Граніт та інші міцні породи використовують в будівництві для облицювання будівель і споруд.

Для виробництва виробів з природної сировини використовують гірські породи, які за твердістю поділяються на:

- тверді, до складу яких входять мінерали з твердістю за шкалою Мооса 6...7 - кварцит, граніт, сієніт, діорит, габро;
- середні, які мають твердість не більше 5 - мармур, щільні вапняки, доломіти;
- м'які, що мають твердість 2...3 - ангідрит, гіпс, вапняк-черепашник.

Розробляючи тверді породи для одержання облицювальних виробів, спочатку від них відокремлюють великий моноліт, який далі поділяють на блоки. Це виконують буроклиновим, буровибуховим методами або за допомогою ударних врубових машин.

Для розпилювання високоміцних порід каменю використовують каменерізальні машини. Застосування цих машин дозволяє комплексно механізувати добування каменю, підвищити продуктивність праці і знизити собівартість його добування на 25...30 %. Для порід, що містять кварц, можна використати термогазоструменевий метод. Він ґрунтується на руйнівній дії внутрішніх напружень, які виникають при поліморфних перетвореннях кварцу під впливом високої температури. Також може використовуватись метод, який ґрунтується на ефекті збільшення в об'ємі вапна, коли його гасять водою. У порід середньої твердості блоки відокремлюють машинами з канатними пилками, в яких різальним органом є сталевий канат діаметром 3...6 мм. У пропили під канат подають кварцовий пісок з водою.

Видобуті блоки транспортують на каменеобробний завод, де їх розпилюють на плити або виготовляють з них фасонні вироби. Для розширивання блоків застосовують рамні пили з гладкими полотнами, під які підсипають або кварцовий пісок (при виробництві виробів з середньою твердістю), або чавунний дріб (при виробництві облицювальних виробів та каменю бортового з твердих порід). Можуть, як абразивний матеріал, використовуватись і штучні алмази, що дає змогу в 5...10 разів збільшити продуктивність різання, і в 3...4 рази скоротити ширину пропилю. Це дає змогу одержувати опоряджувальні плитки з товщиною до 10 мм. У результаті з 1м³ блока можна виготовити 40...45 м² тонких плит, що в 2...3 рази більше, ніж при звичайних методах розпилювання.

Середні та м'які породи видобувають у кар'єрах за допомогою каменерізальних машин, які мають твердосплавні дискові та ланцюгові пилки.

Дрібноштучні стінові вироби вирізають потоковим методом. Для цього рейковим шляхом, прокладеним у кар'єрі, рухаються каменерізальні машини з дисковими пилками, які виконують горизонтальні та вертикальні пропили. Для середніх і м'яких порід ефективність використання алмазного інструменту знижується. Крім машин з дисковими різальними органами застосовують машини типу врубових - із ланцюговими пилками.

Для опоряджувальних і облицювальних виробів, поверхні каменю надають різного характеру, використовуючи ударну чи абразивну обробку. Абразивна обробка крім розпилювання передбачає також фрезерування, шліфування й полірування. В результаті такої обробки можна одержати опоряджувальні і облицювальні вироби різної фактури.

3. Виробництво бетонних сумішей та будівельних розчинів і їх транспортування

Виробництво збірних залізобетонних конструкцій і виробів, використання монолітного бетону і залізобетону в таких сферах будівництва як гідротехнічне, цивільне, дорожнє потребує оптимізації виробництва бетонних сумішей і будівельних розчинів. Нині бетонні суміші і будівельні розчини готують, як правило, на механізованих підприємствах, обладнаних сучасним високопродуктивним обладнанням. Широке використання в умовах роззосередженого будівництва мають збірно-розбірні (рис. 3.1) та пересувні бетонорозчинозмішуючі установки, коли збільшуються обсяги використання сухих сумішей, які виготовляють на інвентарних дозуючих установках і транспортують на об'єкти будівництва в автобетонозмішувачах або спеціальній тарі у невеликій розфасовці.

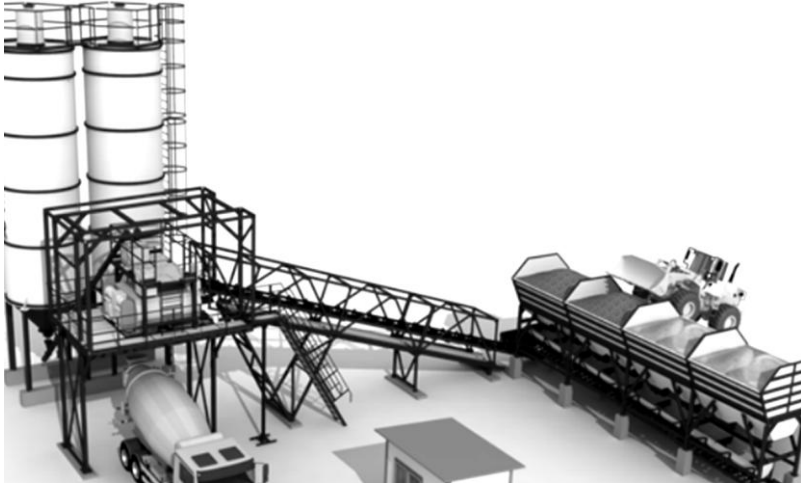


Рис. 3.1. Схема збірно-розбірного бетонного заводу

Централізоване виготовлення бетонних сумішей і будівельних розчинів в бетонозмішувальних цехах має певні переваги, порівняно з децентралізованим їх виготовленням. При централізованому виготовленні сумішей досягається більший ступінь механізації усього процесу, скорочується кількість працюючих машин і механізмів, як за рахунок їх кращого використання, так і застосування машин і механізмів більшої продуктивності, відкривається можливість комплексної механізації і автоматизації виробництва. Це забезпечує значне зниження трудових витрат, підвищує якість виготовлюваної суміші і скорочує витрати матеріалів, як за рахунок впровадження більш сучасної технології виробництва, так і поліпшення умов зберігання матеріалів і продукції,

контролю за якістю продукції. При централізованому виготовленні підвищується культура виробництва, собівартість бетонних сумішей знижується на 10-20% порівняно з собівартістю сумішей, виготовлених на нецентралізованих установках.

За продуктивністю бетонорозчинозмішуючі підприємства поділяються на підприємства:

- малої - III категорії (річна продуктивність до 50 тис.м³);
- середньої - II категорії (річна продуктивність до 100 тис.м³);
- великої - I категорії (річна продуктивність більше 100 тис.м³).

Залежно від схеми компоновки обладнання бетонозмішуючі підприємства, цехи і дільниці підрозділяють на такі, у яких обладнання розташоване за вертикальною та горизонтальною схемами компоновки.

Найбільше розповсюдження отримала вертикальна схема (рис. 3.2), при якій складові матеріали одноразово подають на необхідну висоту і потім вони під дією гравітаційних сил надходять униз, проходячи через усе технологічне обладнання. Установки даного типу більш компактні, але вони можуть досягати висоти 20-30 м, що значно ускладнює їх монтаж, ремонт, обслуговування та демонтаж. Ця схема використовується на підприємствах великої і середньої продуктивності.

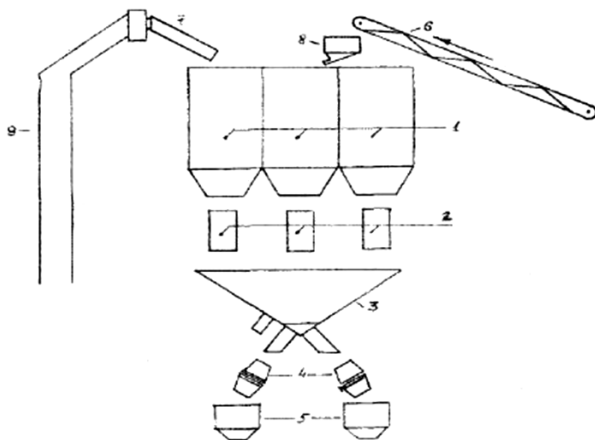


Рис. 3.2. Вертикальна схема компоновки обладнання бетонозмішувального цеху;
1 - витратні бункери; 2 - дозатори; 3 - збірна лійка; 4 - змішувачі; 5 - бункери готової суміші;
6 - транспортер; 7 - шнек; 8 - поворотна лійка; 9 - ковшовий елеватор

Горизонтальна схема (рис. 3.3) передбачає дво- або триразовий підйом сировини. Технологічне обладнання розташовується на землі і тому не потребує створення спеціальних фундаментів і підсилених несучих конструкцій. Але необхідність багаторазового підймання сировини потребує встановлення допоміжних транспортних засобів (стрічкових конвеєрів, вертикальних елеваторів, тощо).

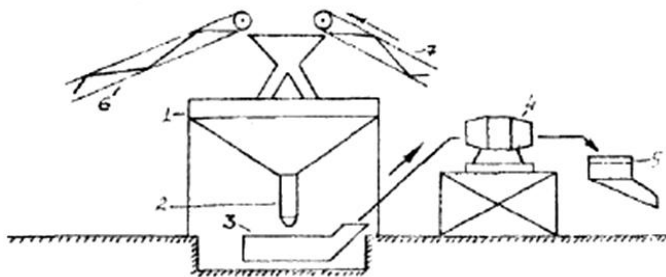


Рис. 3.3. Горизонтальна схема компоновки обладнання бетонозмішувального цеху.

1 - витратні бункери; 2 - дозатори; 3 - скіповий підйомник; 4 - бетонозмішувач;
5 - бункер готової суміші; 6 - стрічковий конвеєр; 7 - шнек.

Установки, які працюють за горизонтальною схемою, встановлюються на підприємствах невеликої продуктивності.

За принципом дії бетонорозчинозмішувальні установки класифікують на циклічні та безперервні. На установках циклічної дії використовують змішувачі періодичної дії і порційні дозатори, а на установках безперервної дії - змішувачі і дозатори безперервної дії.

Залежно від ступеня механізації і автоматизації управління виробничими процесами, які пов'язані з транспортуванням сировини і приготуванням бетонної суміші, установки класифікують на *механізовані* та *автоматизовані*. На механізованих установках управління здійснюється операторами безпосередньо на робочих місцях. На автоматизованих установках управління операціями здійснюється автоматично з центрального щита управління.

Склад підприємства з виробництва бетонних сумішей і будівельних розчинів залежить від умов енерго- та водопостачання, розміщення підприємства, виду зовнішнього транспорту, номенклатури виготовлюваної продукції.

Бетонна суміш - це багатокомпонентна система, яка виготовляється ретельним змішуванням води, в'язучих заповнювачів і добавок.

Суха бетонна суміш - це виготовлена в бетонозмішувачі однорідна суміш з дозованих сухих компонентів: в'язучого, заповнювачів і добавок.

Таку суміш пакують у спеціальну тару і на місці застосування в звичайних бетонозмішувачах змішують з водою.

Будівельним розчином називають затверділу суміш в'язучої речовини, дрібного заповнювача (піску) та води.

В основу класифікації товарних бетонних сумішей та будівельних розчинів покладені такі ознаки: середня густина, вид в'язучої речовини, призначення й фізико-механічні властивості.

За щільністю в сухому стані будівельні розчини поділяють на *важкі* з середньою густиною 1500 кг/м^3 і більше, та *легкі*, що мають середню густину менше як 1500 кг/м^3 .

За видом в'язучого розчини бувають: цементні, які виготовлені на портландцементі чи його різновидах; вапнякові - на повітряному чи гідралічному вапні; гіпсові - на в'язучих речовинах; змішані - на цементно-вапняковому в'язучому.

За призначенням будівельні розчини розрізняють як: мурувальні - для кам'яного будівництва чи зведення стін з великих елементів; монтажні - для заповнення швів між елементами (панелями, блоками тощо), під час монтажу будівель та споруд з готових збірних конструкцій та деталей; опоряджувальні - для штукатурення; спеціальні, які мають особливі властивості (акустичні тощо).

За фізико-механічними властивостями розчини класифікують за міцністю і морозостійкістю, що характеризує довговічність розчину. За міцністю при стиску будівельні розчини поділяють на марки: М4, М10, М25, М50, М75, М100, М150, М200. Розчини М4 і М10 виготовляють на повітряному та гашеному вапні. За ступенем морозостійкості розчини мають дев'ять марок - від F10 до F300.

Товарні бетонні суміші поділяються на важкі, з середньою густиною 2000-2500 кг/м³, та легкі, що мають середню густину менш ніж 2000 кг/м³. Для виробництва товарних бетонних сумішей використовують портландцемент і шлакопортландцемент та їх різновиди з мінеральними добавками (швидкотверднучий, сульфатостійкий та інші).

За призначенням бетонні суміші поділяють на: для *цивільного будівництва*; *промислового будівництва*; *гідротехнічного будівництва* та інші. За фізико-механічними властивостями товарні бетонні суміші класифікують за їхньою міцністю та морозостійкістю. За міцністю при стиску товарні бетонні суміші поділяють на марки від М25 до М500. За морозостійкістю бетонні суміші мають марки від F50 до F500.

Склад будівельних розчинів та бетонних сумішей позначають масою чи об'ємом вихідних сухих матеріалів, які витрачаються на 1 м³ розчину чи суміші, або відносним співвідношенням їх (так само за масою чи об'ємом). При цьому витрати в'язучого беруть за одиницю. Для простих розчинів (в'язуче: дрібний заповнювач) склад позначають, наприклад, 1:5. Тобто, на 1 частину в'язучого витрачено 5 частин піску. Склад мішаних (складних) розчинів, які містять ще мінеральні добавки, позначають трьома цифрами, наприклад, 1:0,5:5 (цемент : вапно : пісок). Як заповнювач для важких розчинів використовують кварцові та польовошпатні природні або річкові піски; для легких розчинів – легкі гірські породи (туфові, черепашкові) або шлакові, керамзитові, перлітові піски.

Склад бетонних сумішей, якщо його характеризують відносним співвідношенням компонентів (за масою чи об'ємом) позначають, наприклад, 1:2:4:1 (цемент : пісок : щебінь (гравій) : вода). Тобто на 1 частину в'язучого витрачається 2 частини піску, 4 частини щебеню або гравію, 1 частини води. Мінеральні та органічні добавки у будівельних розчинах застосовують при використанні портландцементу. Вапнякові чи глинисті

добавки вводять для підвищення водотривкої здатності, поліпшення легкоукладальності і економії цементу. Органічні поверхнево-активні добавки використовують для підвищення пластичності розчинової суміші та зменшення витрати в'язучого.

Одним з найбільш перспективних напрямів технічного прогресу в технології бетону є формування структури цементного камня, що дозволяє значно повисити комплекс фізико-технічних властивостей бетону. Ці задачі в багатьох випадках можуть бути успішно вирішені за допомогою різних хімічних модифікаторів, які при введенні в малих об'ємах суттєво впливають на фізико-хімічні процеси твердіння в'язучих і в результаті на технологічні властивості бетонних сумішей.

Вже на початку 80-х років у багатьох промислово розвинутих країнах об'єм бетону, що містить хімічні добавки – модифікатори, складала більше 50% від загального об'єму бетону, а в деяких країнах з добавками випускалось 60-80% від загального об'єму бетону. За останні роки ці цифри виросли і сьогодні в розвинених країнах світу складають 90-100%. У нашій країні номенклатура модифікаторів, запропонованих до застосування досить широка (перевищує 100 найменувань), але, нажаль, широкого застосування вони не знаходять. Окремі групи модифікаторів надають бетону і конструкціям на його основі повністю нові властивості.

Загалом, підприємства з виробництва бетонних сумішей і будівельних розчинів складаються зі змішувального цеху з бункерним та дозувальним відділеннями, складами заповнювачів і добавок з необхідними пристроями, транспортного, ремонтно-механічного і енергомеханічного відділень.

При виробництві бетонних сумішей та будівельних розчинів виділяють такі операції:

- приймання, зберігання і підготовку заповнювачів, в'язучих і добавок на механізованих складах;
- підготовку сировинних матеріалів - підігрівання заповнювачів у зимовий період, активізацію в'язучих, приготування спеціальних розчинів добавок, приготування бетонних сумішей і будівельних розчинів;
- транспортування сумішей та розчинів на будівництво.

Розвантаження заповнювачів, привезених у розчинобетонозмішувальний цех залізничним або автомобільним транспортом, здійснюється гравітаційним способом, зштовхуванням або черпанням, що визначає і конструкцію вантажоприймальних пристроїв. Зберігання заповнювачів здійснюється на естакадо-штабельних, штабельно-лінійних, силосних складах. В'язучі речовини доставляють на підприємство у вагонах або цементовозах. Розвантаження в'язучих на склад силосного типу здійснюється, як правило, пневматичним способом. Склад для в'язучих в системі бетонозмішувального цеху повинен знаходитись на доцільній відстані від під'їзних колій і, в той же час, бути безпосередньо біля бетонозмішувального відділення.

Бетонні суміші і будівельні розчини готують у бетонозмішувальному

відділенні. Для цього компоненти завантажують у бункери, дозують, перемішують і видають готову суміш на транспортні засоби. Дозування компонентів здійснюють за об'ємом (заповнювачі і вода) та масою (в'язучі речовини). Приготування і дозування хімічних добавок здійснюється на спеціальних технологічних лініях і пристроях, які безпосередньо примикають або входять до складу бетонозмішувального відділення.

Змішування компонентів здійснюється в бетонозмішувачах. Це основна технологічна операція, рівень виконання якої значною мірою визначає якість бетонних сумішей і будівельних розчинів, а також затверділого бетону. Під час змішування суміші її однорідність підвищується за рахунок взаємодії компонентів з робочими органами змішувача, чи під дією сили тяжіння. В усіх випадках, змішування різнорідних матеріалів включає рух частинок складними перехрещеними траєкторіями. Чим складніші ці траєкторії, тим ефективніше проходить процес, тим скоріше змішувана маса стає однорідною.

Переміщенню частинок і їхніх агрегатів у змішувачах протидіють сили інерції, внутрішнього тертя, які залежать від складу суміші, її водовмісту, наявності пластифікуючих і повітровтягувальних добавок, а також конструктивних особливостей робочих органів змішувачів. Тому бетонні суміші і будівельні розчини з різною легкоукладальністю готують у змішувачах різних типів. Чим жорсткіша суміш, тим вище її граничне напруження зсуву і тим більш енергоємним і складним є процес змішування. Ступінь однорідності бетонної суміші залежить не тільки від ефективності процесу перемішування, а й від його тривалості. Для кожного типу змішувача існує оптимальна тривалість змішування.

Найпоширеніші два основних способи змішування компонентів:

- з вільним падінням матеріалу (гравітаційне);
- примусове.

Гравітаційне змішування здійснюється в обертових змішувальних барабанах, на внутрішній поверхні яких по гвинтовій лінії закріплені лопаті. При обертанні барабана лопаті захоплюють порції суміші і підіймають їх до верхнього крайнього положення, звідки вони падають вниз і занурюються у суміш, яка знаходиться в цей момент у нижній частині барабана. В цьому і полягає процес гравітаційного змішування, яке застосовують для приготування будівельних розчинів, рухливих і пластичних бетонних сумішей. Гравітаційні змішувачі мають місткість завантаження від 500 л (СБ-16Б та ін). Оптимальний час змішування в таких змішувачах складає 60...90 с, а повний цикл, включаючи завантаження, вивантаження і повернення барабану в початкове положення складає 90-150 с.

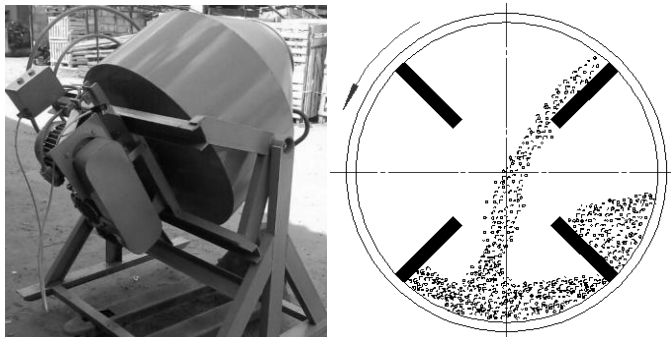


Рис. 3.4. Гравітаційний змішувач СБ-16Б

Для приготування легких бетонних сумішей на пористих заповнювачах, а також жорстких бетонних сумішей на будь-якому заповнювачі, гравітаційне змішування неефективне і не рекомендується. Для цього використовують бетонозмішувачі примусової дії, які застосовують для виготовлення розчинів і бетонних сумішей практично будь-якої легкоукладальності.

Змішувачі примусової дії за конструктивно-технологічними особливостями поділяють на дві основні групи:

- з циліндричним конусом-чашею і вертикально розміщеними валами з перемішувальними лопатями;
- з коритоподібним корпусом і горизонтально розміщеними валами з перемішувальними лопатями.

Найпоширеніші роторні циклічні змішувачі. Їхнім робочим органом є ротор, який обертається в чаші з системою змішувальних лопатей. Частина лопатей закріплена на роторі жорстко, а частина - рухливими пристроями і забезпечена рухливими амортизаторами, які захищають ротор і привід вцілому від перевантажень при попаданні стороннього тіла між лопатями і корпусом. Місткість завантаження у таких змішувачах складає від 250 л (СБ-138 та ін).

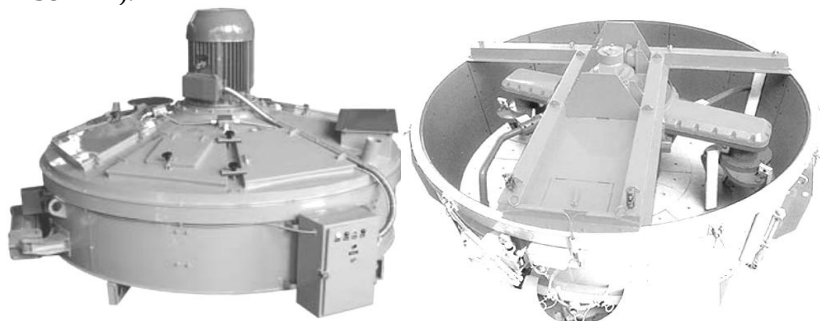


Рис. 3.5. Бетонозмішувач примусової дії СБ-138

Планетарно-роторні бетонозмішувачі призначені для приготування бетонної суміші і розчину. Вони відрізняються від роторних тим, що в них застосовано планетарний привід з додатковими лопатями, які обертаються в напрямку, протилежному обертанню ротора.

Турбулентні змішувачі призначені для виготовлення високоякісних розчинних сумішей. Вони відрізняються від роторних підвищеною частотою обертання робочого органу (5 ... 10 с).

Бетонозмішувачі примусової безперервної дії з горизонтальними змішувальними валами призначені для приготування бетонної суміші з різною легкоукладальністю. Корпус таких змішувачів коритоподібний і всередині має футерівку із стійкого проти зношування матеріалу. За рахунок конструктивних особливостей розміщення лопатей на горизонтальних валах і їхнього положення утворюється перервна гвинтова поверхня. Зубчаста передача забезпечує взаємно протилежне обертання валів з лопатями з частотою 0,8... 1,1с. Компоненти завантажують через лійку, змішують і вивантажують на другому кінці корпусу в транспортний пристрій або бункер-накопичувач. Змішувачі аналогічних конструкцій використовують для приготування силікатних і керамічних сумішей. Бетонозмішувачі з горизонтальними валами мають продуктивність 5...60 м³/год.

Для приготування жорстких сумішей з високим граничним опором зсуву застосовують віброзмішування. Вібруванням бетонної суміші в процесі змішування досягається тискотропне розрідження суміші, що істотно зменшує внутрішнє тертя між частинками, сприяє зниженню енерговитрат, підвищенню однорідності суміші. Вібрація передається на суміш через вібруючий корпус змішувача або через вібруючі лопаті та інші робочі органи, які взаємодіють із сумішшю під час змішування.

У змішувачах звичайних типів швидкість руху частинок суміші і градієнти швидкості зсувних деформацій під час змішування порівняно невеликі, що обмежує можливість подальшого підвищення однорідності суміші, міцності і стійкості бетону, продуктивності бетонозмішувальних установок. Тому останнім часом на підприємствах з виготовлення розчинів та бетонних сумішей на основі неорганічних в'язучих речовин починають впроваджувати змішувачі, які забезпечують суттєве підвищення значень механічних параметрів процесу змішування.

Одним з основних напрямів підвищення ефективності змішування є використання попередньої турбулентної і вібротурбулентної активації систем «в'язуча речовина - вода», «в'язуча речовина - дрібний заповнювач - вода». При інтенсивному турбулентному русі частинки в'язучого і дрібного заповнювача переміщуються хаотично не тільки в напрямку плину, а й перпендикулярно до потоку. Після активації суміш в'язучого і дрібного заповнювача змішується з крупним заповнювачем.

Для реалізації ефекту активації розроблено низку змішувачів. У протитечійний змішувач примусової дії спочатку завантажують воду,

цемент і пісок, змішують їх високошвидкісними турбулентами. Потім у чашу завантажують крупний заповнювач і змішування продовжують вже з малою швидкістю. У верхній камері двокамерного бетонозмішувача також активують цементний розчин, а в нижній камері його змішують з крупним заповнювачем. Застосування багатостадійної технології змішування з активацією в'язучих речовин дозволяє підвищити міцність бетону на 10...20% або скоротити витрати в'язучих речовин на 5...10 %. Тривалість змішування залежить від виду і легкоукладальності сумішей, щільності бетону, конструктивних особливостей змішувачів. Так змішування компонентів бетонної суміші на легких пористих заповнювачах триває 100...300 с, а щільних заповнювачах – 30...150 с.

Заповнювачі для розчинів і бетонних сумішей мають природну вологість 3...5 % (крупний), 6...14 % (дрібний) і при їх зберіганні у зимовий період на складах вони можуть змерзатися. Основним способом підігрівання заповнювачів є прогрів їх парою через труби, які укладені у теплоізольовані частини складу.

Після виготовлення і перевезення на будівельний майданчик, розчини і будівельні суміші повинні мати необхідні технологічні властивості: однорідність, рухливість або жорсткість. Ці показники погіршуються при тривалому транспортуванні нерівною дорогою з великою швидкістю. Суміші при цьому розшаровуються - крупний важкий заповнювач осідає вниз, а частина розчину і води підіймаються вгору при транспортуванні сумішей на важких заповнювачах. При транспортуванні сумішей на легких пористих заповнювачах, заповнювачі підіймаються вгору. У такому стані бетонні суміші застосовувати не можна, їх треба знову перемішати до однорідного стану.

Допустиму відстань перевезення сумішей визначають часом її перебування в дорозі при середній швидкості транспортування. Допустима тривалість транспортування сумішей складає 20...120 хв. На тривалість транспортування впливають також температура суміші і навколишнього середовища.

Висота падіння суміші при вивантаженні не повинна перебільшувати 2 м.

Транспортування бетонних сумішей можна здійснювати порційним, безперервним і комбінованим способами.

При порційному транспортуванні застосовують автобетонозмішувачі, автобетоновози, автосамоскиди, вагонетки, бункери, які встановлені на автомобілі. Це зовнішній вид транспорту, який здійснює перевезення від заводу до будівельного майданчика. Найбільш ефективними при такому транспортуванні є автобетонозмішувачі. Їх можна завантажувати сухими компонентами на заводі чи в дорозі, або вже на об'єкті готувати рухливі бетонні суміші з легкоукладальністю, яка оцінюється при осадці конуса більше 1 см. Бетонозмішувач можна завантажувати як від пересувних установок, так і від стаціонарних.

При *безперервному* способі транспортування застосовують різні конвеєри або трубопроводи.

При *комбінованому* способі використовують транспортні засоби попередніх видів.

Автобетонозмішувач змонтовано на шасі вантажного автомобіля. Змішувальний барабан зроблено у вигляді двох зрізаних конусів, зварених між собою великими основами і встановленими під кутом 15° до горизонту. В середині барабана закріплено дві гвинтові лопаті, які здійснюють гравітаційне змішування суміші і її розвантаження. Місткість автобетонозмішувача СБ-159 - 5 м^3 (Рис.3.6). Автосамоскиди загального призначення використовують для перевезення готової суміші. Для цих цілей також застосовують автобетоновози. Під час транспортування в автобетонозмішувачах готової суміші на легких пористих заповнювачах, тривалість доставки повинна бути не більше 45...60 хв при використанні водонасичених заповнювачів, і 30...40 хв. - сухих. Більш доцільно перевозити суху або частково приготовану суміш. При застосуванні автобетоновозів тривалість транспортування бетонної суміші на пористих заповнювачах не повинна перевищувати 20...30 хв.



Рис. 3.6. Автобетонозмішувач СБ-159

При мінусовій температурі навколишнього повітря слід забезпечити мінімальні тепловитрати під час транспортування бетонної суміші. При температурі близько 0 C^0 і вище застосовують звичайні автобетонозмішувачі і бетоновози, а суміші можуть попередньо підігрівати або додавати в них протиморозні добавки.

При перевезенні сумішей допускається тільки одне перевантаження суміші з транспортних засобів у бетоноукладальне обладнання. Не можна збільшувати рухливість суміші введенням води більше, ніж це потрібно.

Для безперервного транспортування застосовують конвеєри чи бетоновози при малих відстанях між заводом і будівельним майданчиком. При комбінованому транспортуванні сумішей застосовують порційне транспортування від бетонного заводу до будівельного майданчика і безперервне - в межах будівельного майданчика.

Розділ 4. Виробництво бетонних і залізобетонних виробів

Класифікація бетонних та залізобетонних конструкцій

Бетон - це штучний композитний каменеподібний матеріал, що утворюється внаслідок затвердіння ретельно перемішаної відповідної суміші мінерального чи органічного в'язучого, заповнювачів і води. Бетони, як правило, добре чинять опір стискувальним навантаженням, проте, мають низьку міцність при розтягу, яка відповідно становить 5...10 % міцності на стиск.

Бетони підрозділяють на: *легкі, важкі, особливо важкі, високоміцні, гідротехнічні, декоративні, дорожні, жаростійкі, кислотостійкі*, та інші.

При поєднанні бетону і сталеві арматури у такому композиційному матеріалі як залізобетон вдається підвищити будівельні властивості як бетону, так і сталеві арматури. Сталь має дуже високу міцність при розтягу (240...1700 МПа), тому в залізобетоні її розміщують так, щоб вона сприймала розтягувальні зусилля, а стискувальні передавалися на бетон. Можливість спільної роботи сталеві арматури та бетону зумовлюється міцним зчепленням між ними й майже однаковими коефіцієнтами лінійного розширення при зміні температури. В свою чергу бетон захищає сталь, що міститься в ньому, від корозійної дії навколишнього середовища. Найдоцільніше використовувати залізобетон для будівельних виробів і конструкцій, що зазнають напружень на стиск та вигин.

Введення сталеві арматури суттєво впливає на деформативність бетону. Це пов'язано з тим, що граничні деформації бетону перед руйнуванням мають невеликі значення і залежать від міцності бетону, складу і тривалості прикладання навантаження.

Гарячекатана арматурна сталь із поверхнею текучості видовжується після руйнування на розтяг до 25 %. У цієї сталі напруга, при якій деформації збільшуються без суттєвого збільшення навантажень, називається фізичною межею текучості арматурної сталі, а напруга, яка безпосередньо попереджає руйнування - тимчасовим опором арматурної сталі. Збільшення міцності гарячекатаної арматурної сталі і зменшення видовження при руйнуванні на розтяг досягається введенням до її складу легуючих добавок, термічним зміцненням або холодним деформуванням.

Легування і термічна обробка дозволяють підвищити міцність сталі й зменшити видовження після руйнування при розтягу до 4...6 %. Це свідчить про те, що застосування різних видів сталі дозволяє змінювати властивості залізобетонних конструкцій.

В основу класифікації бетонних та залізобетонних конструкцій покладені такі ознаки: спосіб їх виготовлення, галузь застосування, форма виробу, вид армування, внутрішня будова та інші.

За способом виготовлення бетонні та залізобетонні конструкції поділяють на монолітні та збірні.

Монолітні конструкції зводять безпосередньо на будівельному майданчику. Їх використовують при особливо великих навантаженнях - фундаменти, гідротехнічні та інші споруди; будівництві будинків - при необхідності підвищення архітектурної виразності будівель і споруд та інше.

Зведення монолітних залізобетонних конструкцій при раціональній організації виробництва дає можливість знизити на 3...5 % вартість будівництва 12-ти і 16-поверхових будинків, на 15...20 % зменшити витрати сталі на арматуру і закладні деталі.

Але при виготовленні будівельних споруд із монолітного залізобетону витрачається значна кількість ручної праці, збільшуються строки будівництва, ускладнюється бетонування в зимовий період.

Збірні бетонні та залізобетонні вироби та конструкції виготовляють на механізованих та автоматизованих підприємствах. Перевага збірного бетону та залізобетону порівняно з монолітним - підвищення якості конструкцій, скорочення строків будівництва. Крім того, зменшуються витрати лісоматеріалів. Основним напрямом розвитку збірного залізобетону є укрупнення конструктивних елементів, зниження матеріалота металомісткості, підвищення ступеня заводської готовності.

Усі вироби, що виробляють на підприємствах, поділяють на уніфіковані та нетипові. Майже 80 % загального обсягу виробництва конструкцій становлять уніфіковані бетонні та залізобетонні конструкції, які внесено до каталогів конструкцій для промислового, цивільного та житлового будівництва. У загальному обсязі виробництва бетонних та залізобетонних конструкцій, збірні конструкції нині складають більш як 60 %.

За галузями будівництва збірні залізобетонні конструкції поділяють на конструкції:

- для житлових та цивільних будівель;
- для промислових будівель;
- сільськогосподарського будівництва;
- спеціального призначення.

Для житлових і громадських будівель виготовляють різні конструкції із важких бетонів. Так для фундаментів і підземних частин будівель виготовляють блоки з бетону класів С8/10...С12/15. Для каркасів будівель з бетону класів С12/15...С32/40 виготовляють колони і горизонтальні в'язі. З важких бетонів класів міцності при стиску С12/15...С16/20 виготовляють панелі для зовнішніх стін неопалювальних будівель, з бетону класів не нижче С8/10 - панелі внутрішніх стін, панелі перегородок. Вироби для міжповерхових перекриттів, панелі й плити виготовляють із бетонів класу С12/15 та вище.

Для промислових будівель застосовують вироби, аналогічні за номенклатурою виробам для цивільних будівель, проте відмінні від них розмірами, армуванням, конфігурацією. Крім того для каркасів пром будівель виробляють підкранові балки, ферми, арки, оболонки.

Вироби для інженерних споруд широко використовують у транспортному, гідротехнічному та інших видах будівництва.

Для транспортного будівництва виготовляють мостові конструкції, опори контактної мережі електрифікованих залізниць, шпали, блоки опорядження тунелів, які здебільшого виготовляють із важких бетонів класів С12/15...С32/40 і вище з попередньо напруженою арматурою.

Попереднє напруження арматури виконують в основному механічним або електротермічним способом. При **механічному** способі застосовують гідродомкрати за допомогою яких здійснюють лінійне натягування стрижневої арматури, дроту або дротяних пучків.

Електротермічний спосіб базується на властивості сталі розширюватись при нагріванні. Арматурні стержні нагрівають до $t=300...450\text{ }^{\circ}\text{C}$, а потім закріплюють у формі. При зменшенні температури арматура скорочується і стискує бетон. Застосування попередньо напружених з/б конструкцій дає економію сталі на 25...30 % і бетону на 15...20% у порівнянні з конструкціями із звичайного з/бетону.

За формою збірні залізобетонні конструкції поділяють на лінійні, плоскі, гратчасті, трубчасті та об'ємні.

- До лінійних належать колони, ригелі, прогони, балки, палі, шпали.
- До плоских - плити перекриттів та покриттів, панелі зовнішніх і внутрішніх споруд, опори електромереж, колони кільцевого перерізу.
- До об'ємних - санітарно-технічні кабінки, блок-кімнати, елементи шахт ліфтів та силосів.

За призначенням у будівлях та спорудах розрізняють збірні елементи фундаментів та каркасу, покриття та перекриття, стіни та перегородки, блоки опалювальних та вентиляційних систем.

Конструкції одного призначення розрізняють за типорозмірами. Конструкції одного типорозміру поділяють на марки, залежно від різниці в армуванні, наявності монтажних отворів, розміщенні закладних деталей.

За внутрішньою будовою вироби можуть бути суцільними і порожнистими, одношаровими - виготовленими з одного виду бетону та багатошаровими, якщо використано бетони різних видів.

За масою конструкції поділяють на наддрібні (до 50 кг), дрібні (250...1500 кг), середні (1500...3000 кг), грубі (3000...5000 кг) надгрубі (понад 5 т). Найбільша маса надгрубих виробів, як правило, не перебільшує 25 т. За характером армування збірні конструкції поділяють на бетонні неармовані, залізобетонні зі звичайною арматурою і попередньо напружені.

Підприємства з виробництва збірних бетонних і залізобетонних виробів класифікуються за об'ємом виробництва, номенклатурою продукції, методами організації виробництва.

Підприємства складаються з таких цехів: арматурного, бетонозмішувального, формувального, комплектувального, ремонтно-механічного, складів сировини і готової продукції.

Виготовлення арматурних сіток і каркасів

Основною механічною характеристикою арматурної сталі є її міцність при розтягу, яка визначається нормативним опором. Для стержневої арматури його беруть залежно від межі текучості; для високоміцного дроту - від умовної межі текучості. Для звичайного арматурного дроту нормативний опір складає 75 % тимчасового опору розриву.

Пластичні властивості сталі визначаються відносним видовженням при випробуванні її на розрив, а також на згин у холодному стані. Важливою характеристикою арматурної сталі є її здатність зварюватися без зниження механічних властивостей.

Фізико-механічні, експлуатаційні та інші властивості сталей залежать від їх хімічного складу, способу переробки.

Так на механічні властивості вуглецевих сталей, в основному, впливає вміст вуглецю у сталі. При його збільшенні підвищуються міцність, твердість та зносостійкість сталі, але знижуються пластичність й ударна в'язкість, а також погіршується зварювальність.

При введенні легуючих елементів одержують леговані сталі.

За хімічним складом ці сталі поділяють на три класи:

- низьколеговані з загальним вмістом легуючих елементів до 2,5 %;
- середньолеговані - 2,5... 10 %;
- високолеговані, які містять більш як 10 % таких елементів.

Середні і високолеговані сталі використовують для виготовлення обладнання і інструменту.

Низьколеговані сталі застосовують для виготовлення будівельних сталевих конструкцій (ферм, мостів, нафто- та газопроводів) та арматури для залізобетонних конструкцій. В залізобетонних конструкціях застосовують дріт і стержні гладкі або періодичного профілю. Ненапружені залізобетонні конструкції, в яких сталь сприймає невеликі напруження, армують простими вуглецевими сталями та низьколегованими сталями. Попередньо напружені конструкції армують високоміцними середньо- і високовуглецевими низьколегованими сталями у гарячекатаному або термічно зміцненому стані за допомогою загартування та відпускання.

Арматурна сталь може бути гарячекатаною (стержнева) та холодно-тянутою (дротова).

За формою сталь випускають круглого, а для покращення зчеплення - періодичного профілю. Стержневу арматуру, залежно від механічних властивостей, поділяють на класи: A240C, A300C, A400C та інші.

До арматурних виробів належать: окремі стержні заданих розмірів, арматурні сітки, плоскі арматурні каркаси, просторові арматурні каркаси, монтажні петлі, закладні деталі, арматурні елементи для попереднього напруження.

Сітки - це арматурні вироби, що складаються зі стержнів одного діаметра- їх використовують як робочу й монтажну арматуру.

Плоскі каркаси складають з повздовжньої арматури, що створює один чи два пояси, і поперечних стержнів, які з'єднують їх. Плоскими каркасами армують конструкції в площині, перпендикулярній до діючих навантажень.

Просторові каркаси складають з робочих, розподільних і монтажних елементів, які становлять повну систему армування конструкцій. Залежно від призначення вони можуть бути прямокутного, квадратного, таврового і круглого перерізів.

Монтажні петлі використовують для стропування виробів при транспортуванні і встановленні в робоче положення.

Закладні деталі потрібні для з'єднання збірних залізобетонних елементів між собою. Вони є зварними або штампованими елементами різної конструкції з листового, сортового чи фасонного прокату.

Арматурні елементи для попереднього напруження - це окремі стержні або групи стержнів і дротів з анкерними пристроями на кінцях для закріплення після натягання в упорах чи на затверділий бетон.

Виробництво арматурних виробів і конструкцій здійснюється, головним чином, в спеціалізованих цехах, які входять до складу залізобетонних заводів. В окремих випадках їх виробництво може бути організоване на централізованих арматурних підприємствах. Радіус обслуговування такого підприємства встановлюється на основі розрахунку техніко-економічних показників. На виготовлення різних арматурних каркасів і виробів, що використовуються в збірному залізобетоні, витрачається більше 10 % прокату, який виробляється металургійною промисловістю або 40...50 % усієї сталі, що використовується у будівництві. Вартість арматури в збірних залізобетонних конструкціях, які використовують у цивільному виробництві складає 20...25 %, а в промисловому - 30...35 % від загальної вартості виробів і це, незважаючи на те, що ступінь армування залізобетонних виробів металом складає 1 ...3 %.

На виготовлення арматурних конструкцій і їх встановлення витрачається до 30 % усього часу потрібного для виробництва збірних залізобетонних виробів і конструкцій. Звичайний дріт і катанку діаметром до 14 мм, а також сталь періодичного профілю діаметром до 12 мм на підприємства доставляють у бухтах масою до 1000 кг. Арматурну сталь більших діаметрів доставляють у прутках завдовжки 4...12 м, зв'язаних у пучки масою до 10 т. (Рис. 4.1).

Арматурну сталь, що надходить на завод, зберігають у неопалюваних приміщеннях, розрахованих, як правило, на місячний запас.

Для виготовлення арматурних елементів арматурну сталь, в разі необхідності, вирівнюють, очищають; нарізають стержні, дріт і профільний прокат; гнуть деякі елементи; виготовляють напружувані арматурні елементи (стрижні, пучки, пакети) з арматурними пристроями на кінцях.

Для випрямлення і розрізання арматурної сталі діаметром 3...14 мм застосовують правильно-відрізувальні автомати з безперервним подаванням і гільйотинними ножами, що забезпечує достатню точність

розмірів відрізаних прутків. Очищують стрижні на верстаках, які мають механізм подачі і сталеві щітки, що швидко обертаються. Застосовують також піскоструйні установки і механізований ручний інструмент зі щітками.



Рис. 4.1. Подача аматури

Якщо неможливо раціонально розрізати стержневу арматуру (коли відходи перевищують 2 %), то використовують напівавтоматичні лінії безвідходного заготовлення, на яких виконують стикування стержнів та мірне їх різання.

Гнуть арматурні стержні на верстатах, основним робочим органом яких є привідний вал і диск зі змінними пристроями, що забезпечують заданий радіус вигину. Заготовляючи попередньо напружені арматурні елементи їх не тільки випрямляють, очищують, ріжуть, а й утворюють анкерні пристрої на кінцях. У напружених стержнях і дротах найчастіше на кінцях утворюють тимчасові анкери - анкерні головки. На стержнях з гарячекатаної арматурної сталі діаметром до 40 мм анкерні головки утворюють гарячим осадженням кінця стержня на стискових електрозварювальних апаратах.

При виготовленні плоских сіток і каркасів, застосовують контактне точкове зварювання (Рис. 4.2), а для стержнів великих діаметрів (30...40 мм) - електродугове зварювання (Рис. 4.3).



Рис. 4.2. Виготовлення арматурної сітки методом контактного зварювання



Рис. 4.3. Пост зварювання арматурного каркасу вручну

Залежно від тривалості зварювання, сили й густини зварювального струму розрізняють м'який і жорсткий режими зварювання.

М'який режим характеризується порівняно тривалим проходженням струму (від 0,5 до кількох секунд), силою струму $(4...8) \times 10^3 \text{ А}$. Жорсткий режим доцільніший у техніко-економічному відношенні й відрізняється короткою тривалістю зварювання (0,01 ...0,5) с, при силі струму $(8...20) \times 10^3 \text{ А}$. Арматуру з маловуглецевої сталі можна зварювати при жорстких і м'яких режимах зварювання; для низьколегованих сталей, зварюваність яких дещо гірша, ніж маловуглецевих, рекомендують м'які режими.

Технологія виготовлення просторових каркасів визначається видом їхньої конструкції, залежно від чого вони підрозділяються на чотири групи:

- Каркаси циліндричного або прямокутного перерізу з поперечною арматурою у вигляді спіралі чи дротяних хомутів.
- Важкі каркаси для довгомірних виробів.
- Каркаси для плоских залізобетонних конструкцій заввишки до 30 см.
- Каркаси для об'ємних залізобетонних конструкцій.

Технологічний процес виготовлення зварних закладних деталей складається з операцій попереднього заготівлення елементів, з'єднання їх зварюванням і антикорозійної обробки.

Попередня обробка і заготівлення елементів закладних деталей з прокатних профілів складається з послідовного виконання таких операцій: очищення і розрізання прокатного профілю та анкерних стержнів, гнуття анкерних стрижнів; виштамповування в листовій штабовій сталі рельєфів чи отворів, нарізання в деяких випадках різьби.

Виготовляючи деталі з штампованих елементів, листову сталь завтовшки 5...6 мм нарізають на мірні заготовки, пробивають отвори і вигинають.

Завершальною технологічною операцією виготовлення закладних деталей є їх антикорозійна обробка, яку здійснюють нанесенням на поверхні деталі тонкого шару цинку чи алюмінію. Наносячи цинкове

покриття, дрiт Ц-1 розплавляють вольтовою дугою i розпилюють у метализаторi струменем повітря. Попередньо напружені збірні залізобетонні конструкції армують окремими стержнями i дротинами, дротяними канатами, а також пучками i пакетами з різної кількості дротин.

Вибір конструктивного типу напруженої арматури залежить від виду виробу i обладнання, яке застосовують для натягування.

Арматурні елементи для армування напружених конструкцій складаються з арматури, різноманітного обладнання для її закріплення при натягуванні i пристроїв, що забезпечують проектне положення окремих стержнів i дротин у конструкції.

Обладнання для закріплення напруженої арматури поділяється на затискачі, тимчасові анкери i постійні анкери.

Тимчасові кінцеві анкери виготовляють приварюванням на кінцях арматурних стрижнів коротких (завдовжки 3...6 діаметрів стрижня) відрізків арматури з круглого чи періодичного профілю.

Постійні анкери є частиною конструкції i передають натягання від напруженої арматури до затверділого бетону. Окремі стержні періодичного профілю після натягування закріплюють на бетоні різьбовими анкерами, пучки з 8...24 дротин закріплюють клиновими анкерами.

Різьбові анкери є відрізками стержнів з різьбою i гайкою на кінці. До напруженої арматури вони приварюються контактним зварюванням.

Арматурні елементи з різьбовими анкерами - це канати, на кінцях яких напресовані гільзи з різьбою i гайкою.

Виробництво збірних залізобетонних виробів та конструкцій

Незалежно від способу виготовлення, номенклатури продукції та технологічної схеми виробництва, процес виробництва збірних залізобетонних виробів та конструкцій включає такі головні операції:

- підготовку форм або формуючої стрічки (встановлення форми, очищення, змашування внутрішньої поверхні форм або формуючої стрічки);

- виготовлення арматурних сіток, каркасів, закладних виробів i їх встановлення у форму (в разі використання попередньо-напруженої арматури виконується натягнення арматури);

- виготовлення бетонної суміші;

- укладання i ущільнення у формах;

- тепловолога обробка відформованих виробів;

- розпалублення вироблених виробів та їх опорядження;

- контроль якості виробів;

- транспортування виробів на склад;

- їх зберігання i відправлення на будівництво.

Підприємства виробничої бази будівництва забезпечують одночасне виробництво багатьох видів конструкцій i виробів, i тому мають декілька

спеціалізованих технологічних ліній, які відрізняються за складом операцій і послідовністю їх виконання.

Залежно від взаємного розміщення засобів праці (технологічного обладнання), предметів праці (форм, матеріалів, напівфабрикатів та робітників) нині можливі два варіанти організації виробництва на заводах залізобетонних виробів і конструкцій:

I - технологічне обладнання та робітники не переміщуються, а переміщуються форми з виробами;

II - форми нерухомі, а переміщуються обладнання та робітники.

До першого варіанта процесу належать *конвеєрне* та *агрегатно-потокове* виробництво, до другого - *стендове* та *касетно-стендове*.

При **конвеєрному виробництві** виріб в процесі його виготовлення пересувається ритмічно від одного робочого місця до іншого. Всі процеси на робочих місцях механізовані. Конвеєри, в залежності від виду руху, можуть бути пульсуючої дії (візкові) і безперервної (рис.4.3)



Рис.4.3. Схема розташування обладнання при конвеєрному способі виготовлення збірного залізобетону.

- 1- передаточний возик;
- 2- очищення і змащування форм;
- 3- укладання фактурного шару;
- 4- закладання арматурного каркасу, закладних деталей;
- 5,6,7- пости формування виробів(залівка форм бетоном, віброущільнення, загладжування поверхні
- 8- технічний контроль і розпалубка ;
- 9- багаторівневий підйомник камери тепло обробки безперервної дії;
- 10- камера теплової обробки;
- 11- розвантажувач;
- 12- кантователь;
- 13- пост комплектації.

Конвеєрний спосіб застосовується при масовому виготовленні однотипних виробів на крупних спеціалізованих підприємствах.

При *агрегатно – поточковому* способі вироби виготовлюються в жорстких переносних формах, що пересуваються від одного операційного посту до іншого з перервами в залежності від тривалості виробничої операції на тому чи іншому робочому місці. При цьому форми транспортуються зазвичай мостовим або іншим пересувним краном.

Відформовані вироби піддаються тепловій обробці у ямних камерах пропарювання циклічної дії.

При виготовленні плоских виробів всі виробничі операції на формовочних постах з загладжування виробів, ущільненню бетонної суміші та інші як правило виконуються в автоматичному режимі. (Рис.4.4)

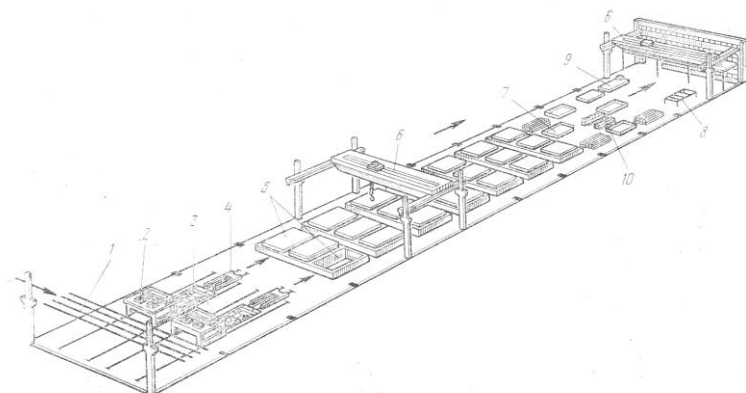


Рис.4.4. Схема розташування технологічного обладнання при виготовленні залізобетонних деталей агрегатно – поточним способом

- 1- естакада для подачі бетонної суміші;
- 2- самохідний бетоноукладач;
- 3- віброплощадка;
- 4- утворювач пустот;
- 5- камери пропарювання ямного типу;
- 6- мостовий кран;
- 7- пост розпалубки;
- 8- стенд опоряджуванням і контролю готових виробів;
- 9- самохідні возики для транспортування готових виробів на склад;
- 10- установка для натягування стрижнів.

При *стендовому способі* всі операції з виготовлення виробів здійснюються на одному місці у нерухомих формах, що розташовані на площадках – стендах. На стендах виготовлюють, в основному, довгомірні вироби з попередньо – напруженою арматурою (плити, ригелі, балки, ферми, тощо).

В торці стенду розташований прирізок з рейковими коліями на яких знаходиться бухтоутримувач з котушками високоомічного дроту і установка для зварювання (стикування) стрижневої арматури потрібної довжини.

Струнопакет натягується вздовж стенду електричними корбами.

Попереднє напруження арматури здійснюється гідравлічними домкратами.

Бетонну суміш укладають у форми з допомогою спеціального бетоноукладача, а ущільнюють вібраторами, що закріплені на бортах форм або переносними ручними.

Для прискорення тужавіння бетону здійснюють теплову обробку бетонної суміші, паром якій подається у порожнину форми. Для попередження випаровування вологи під час теплової обробки виробів форми зверху накривають брезентом. (Рис.4.5).

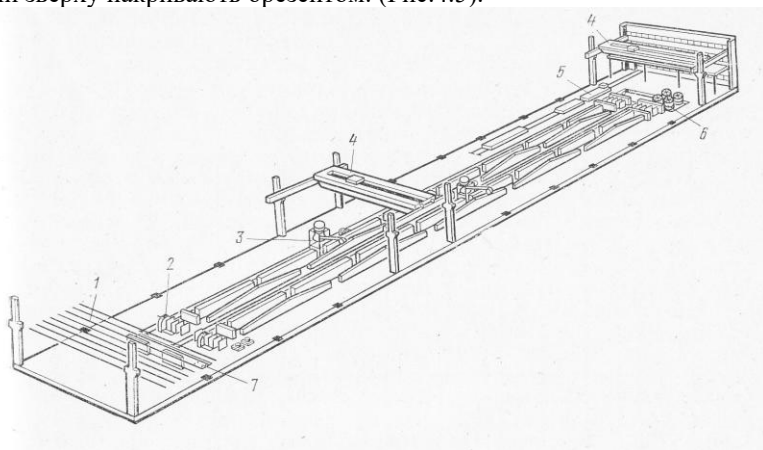


Рис. 4.5. Схема технологічної лінії з виготовлення залізобетонних виробів стендовим способом

- 1- естакада для подачі бетону;
- 2- гідравлічні домкрати;
- 3- бетоноукладач;
- 4- мостовий кран;
- 5- самохідний возик для вивозу готових виробів;
- 6- утримувач бухт;
- 7- корба для протягування дроту.

При *касетно-стендовому способі* вироби формуються в багаторядних вертикальних формах – касетах з пластичних та напівжорстких бетонних мас і піддаються термообробці на місці прогрівом паром через порожнини між касетами. При касетному способі немає необхідності у камерах пропарювання та вібраційних площадках.

Стінки касет виготовляють зі сталі, армоцементу, пластмаси. Збирання та розбирання касетних форм здійснюють з допомогою механічних та гідравлічних приводів. Бетонну суміш ущільнюють в касетах вібраторами, що встановлюють на зовнішніх стінках касет, глибинними вібраторами, тощо.

Термообробка паром в касетних формах може бути замінена електропрогрівом. (рис. 4.6).

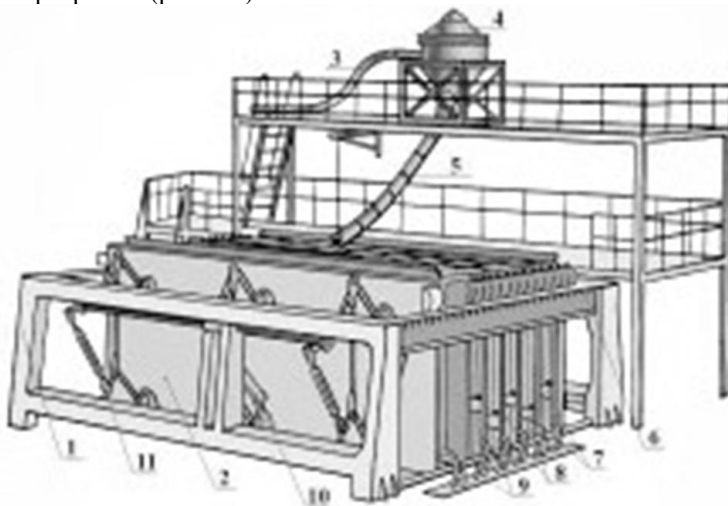


Рис. 4.6. Схема касетноформувальної машини:

- 1- рама;
- 2- упори для обтиснення касети ;
- 3- бетонопровід;
- 4- циклон для бетонної суміші;
- 5- гнучкий шланг для завантаження суміші у форми;
- 6- роликові опори розділяючи стінок;
- 7- навесні вібратори;
- 8- вертикальні розділяючи стінки касети;
- 9- підведення пару у теплові відсіки;
- 10- гідроциліндр для привода;
- 11-важильна система для збирання та розбирання касет.

5. Виготовлення виробів та конструкцій з легких, силікатних та чарункових бетонів

Виготовлення виробів з легких бетонів

Технологія виготовлення деталей і конструкцій з легких бетонів на пористих заповнювачах багато у чому аналогічна технології виготовлення збірних конструкцій з важкого бетону.

На легких заповнювачах виготовлюють різноманітні типи бетонів: шлакобетони, керамзитобетони, шлакопемзобетони, перлітобетони, керамзитоперлітобетони.

Як в'язучий матеріал при виготовленні легких бетонів не автоклавного тужавіння, використовують головним чином портландцемент і його різновиди. Вапно-шлаковий, вапно-пуцолановий цемент використовують при виготовленні виробів автоклавного твердіння. Легкобетонна суміш виготовляється у протиплинних бетонозмішувачах примусової дії. Для формування дрібного каменю з шлакобетонної суміші застосовуються спеціальні формувальні станки. Крупні шлакобетонні блоки формуються на віброплощадках (рис. 5.1).



Рис. 5.1. Формування виробів з легких бетонів

Сформовані вироби проходять термічну обробку у камерах пропарювання при $t = 60 - 70^{\circ}\text{C}$ протягом 10 – 12 год. (рис.5.2).

Для прискорення процесу твердіння і економії цементу пропарювання виробів може виконуватися в автоклавах під тиском пару до 1,2 МПа.

Виготовлення панелей з керамзитобетону може здійснюватися за агрегато-поточною або конвеєрною технологією, у формах-вагонетках, а також на вібропрокатних станах і у касетах. Відформовані панелі піддаються термообробці при $t = 80 - 95^{\circ}$ протягом 14 – 15 год.

Виготовлення виробів з силікатних бетонів

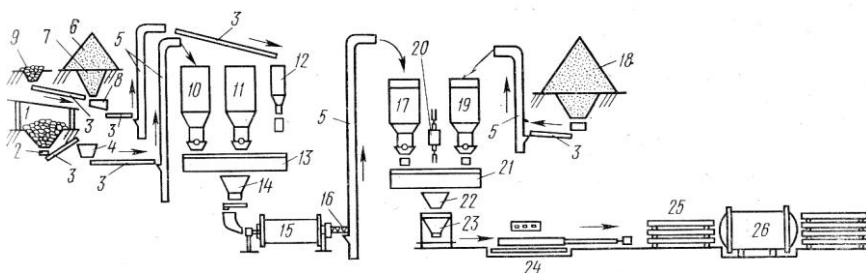
З силікатних бетонів можуть виготовлятися армовані (армосилікатні) і неармовані дрібні та крупні стінові блоки для зовнішніх і внутрішніх стін, перемички, сходові марші і площадки, цокольні та фундаментні блоки тощо.

З силікатних бетонів можуть виготовлятися армовані (армосилікатні) і неармовані дрібні та крупні стінові блоки для зовнішніх і внутрішніх стін, перемички, сходові марші і площадки, цокольні та фундаментні блоки тощо.

Заповнювачем для силікатних бетонів служить кварцовий пісок, шлаки золи від згоряння різних видів твердого палива.

- приймання і зберігання сировини;
- підготовка сировини;
- приготування бетонної суміші;
- формування виробів;
- термообробка в автоклавах;
- зберігання готових виробів на складі.

- приймання і зберігання сировини;
- підготовка сировини;
- приготування бетонної суміші;
- формування виробів;
- термообробка в автоклавах;
- зберігання готових виробів на складі.



1 – критий склад вапна; 2 – живитель; 3 – стрічковий транспортер; 4 – щокоса дробарка; 5 – елеватор; 6 – склад піску; 7 – витратний бункер піску; 8 – віброгрохот; 9 – склад гіпсу; 10 – витратний бункер вапна; 11 – витратний бункер піску; 12 – витратний бункер гіпсу; 13 – бетонозмішувач; 14 – бункер суміші; 15 – кульовий млин; 16 – живильник; 17 – бункер в'язучого; 18 – склад піску; 19 – витратний бункер піску; 20 – дозувальний бачок для води; 21 – бетонозмішувач; 22 – витратний бункер силкатобетонної суміші; 23 – бетоноукладач; 24 – пост формування; 25 – пост витримки; 26 – автоклав

1 – критий склад вапна; 2 – живитель; 3 – стрічковий транспортер; 4 – щокоса дробарка; 5 – елеватор; 6 – склад піску; 7 – витратний бункер піску; 8 – віброгрохот; 9 – склад гіпсу; 10 – витратний бункер вапна; 11 – витратний бункер піску; 12 – витратний бункер гіпсу; 13 – бетонозмішувач; 14 – бункер суміші; 15 – кульовий млин; 16 – живильник; 17 – бункер в'язучого; 18 – склад піску; 19 – витратний бункер піску; 20 – дозувальний бачок для води; 21 – бетонозмішувач; 22 – витратний бункер силкатобетонної суміші; 23 – бетоноукладач; 24 – пост формування; 25 – пост витримки; 26 – автоклав

При готуванні силікатного бетону на негашеному вапні, останнє проходить дроблення на щоківій дробарці і у кульовому млині, після чого поступає у витратний бункер. З витратного бункера розмолоте вапно і пісок поступають в дозатори, а далі у герметичний барабан змішувача, де під тиском 0,5МПа здійснюється перемішування компонентів і гашення вапна. Потім бетонна суміш додатково перемішується у бетонозмішувачі примусової дії, зволожується і поступає у формувальне відділення де за допомогою бетоноукладальника заповнюються форми (рис.5.2)

Ефективним є також спосіб приготування вапно-піщаної суміші на спеціальних змішувальних машинах – дезінтеграторах. При цьому способі грудкове вапно не піддається попередньому розмелу, а відразу після дроблення гаситься у гасильному барабані, а потім у заданих вагових пропорціях разом з піском подається у дезінтегратор, де відбувається одночасно механічна обробка і перемішування сухої суміші.

Оброблена в дезінтеграторі суміш надалі додатково перемішується у бетонозмішувачі і поступає у формоване відділення. Отриманий таким чином силікатний бетон має підвищену міцність і більш однорідну структуру.

Процес формування силікатних виробів здійснюється звичайним способом на віброплощадках або штампуванням (рис. 5.3).



Рис. 5.3. Процес формування силікатобетонних виробів

Термообробка відформованих виробів здійснюється в автоклавах при $t=180^{\circ}\text{C}$ і тиску перенасиченого пару 0,8 – 1,0 МПа.

Бетон залишається одним з основних будівельних матеріалів. Через цілого комплексу переваг, відмова від бетону неможливий. До бетону домішують додаткові інгредієнти, що сприяє збільшенню якісних характеристик бетону, технічних параметрів, структури. Серед подібних "бетонних домішок" виділяють силікатний бетон.

Про матеріал

Силікатний бетон являє собою безбарвну речовину. В'язким елементом виступає вапняк, змішаний кремнеземистих матеріалом (помел повинен бути тонким). Матеріали вступають в хімічну реакцію між собою, з чого виходить гідросилікат кальцію, який скріплює моноліт з наповнювачем. Подібними процесами силікатні матеріали виділяють себе серед інших бетонів.

Як уже зазначалося, властивості силікатних речовин схожі з цементними. Є кілька значних відмінностей:

- Водовідштовхувальний склад. Суміш просочують, карбонізують, покривають кремнієвими складами, відторгається вологу.
- Стійкість агресивним зовнішнім факторам.
- Більша кількість з'єднань оксиду кальцію (через шлакових добавок).
- Наявність штучних пір, заповнених газом, водою, піною.
- Наявність алюмінієвої пудри, перекису водню в складі (виступають в ролі газообразователей).

Слід пам'ятати про можливість розвитку корозії. Вона залежить від щільності речовини, умов експлуатації. Арматури не кородує при адекватних умовах служби, мінімального догляду. Корозія забезпечена в випадках:

- підвищеної вологості приміщення;
- відсутності антикорозійних добавок;
- змінний кліматичний режим будівлі.

Сфера використання

Силікатна бетон вважається рідкісним матеріалом. При побутовому ремонті його практично не використовують, а ось при масштабному будівництві він стане незамінним помічником. Вам може здатися, ніби силікатними бетонами не користуються зовсім, але це не так. Використання силікатної виду бетону підійде:

- для теплоізоляції. Ніздрюватий силікатна матеріал вважається найбільш ефективним / зручним для теплоізоляційних робіт (він складається з повітряних осередків-бульбашок);
- як заповнювач для конструкцій промислового, житлового, сільського призначення;
- для панелей перекриттів, внутрішніх стін;
- для балок, сходових прольотів, маршів, колон, прогонів, плит з карниза;
- заповнювач для безсбестового пресованого шиферу, армування силікатобетонних залізничних шпал;

- для несучих панелей і перекриттів;
- для автомобільних трас, підземних шахт;
- заповнювач для опалубки стрічкового фундаменту;
- для фундаментальних блоків;
- як заповнювач для черепиці, блоків, підвальних стін, черепичної покрівлі, лінійних стропильних систем.

Особливості

У силікатном бетоні поєднали найкращі якісні характеристики речовин, які входять до його складу. До них відносяться:

- морозостійкість (до 100 циклів);
- термостійкість;
- стійкість до перепадів температур;
- низька собівартість;
- міцність / стійкість;
- тривалий період експлуатації (понад 70 років).

Силікатним бетоном користуються як бюджетний матеріал для зведення житлових будинків. Державні програми вважають подібну галузь перспективною, інвестують гроші в використання силікатних складів. Зверніть увагу, що після затвердіння суміші всередині утворюється штучний камінь (є дуже міцним). Подібний кремнієвий елемент має величезний вплив на структуру речовини. Камінь передає суміші морозостійкі, міцні показники, наділяє ними матеріал.

Важливо: якість матеріалу залежить від рівня оксиду кальцію. Його рівень залежить від ступеня помелу піску. Пісок з'єднується з вапном, утворює оксид кальцію, зміцнює, наділяє особливими функціями суміш.

різновиди

Силікатним матеріалами відведена така класифікація:

- спеціальні;
- конструкційні.

Усередині цих двох видів вони поділяються на:

- бетони, межа міцності яких варіюється від 7,5 до 70 кг / м³;
- матеріали з середньої силікатної щільністю: 1000-2400 кг / м³;
- речовини, що знаходяться на силікатном рівні міцності в діапазоні від 1 до 4 кг / м³;
- водонепроникні матеріали.

Властивості вищеперелічених речовин варіюються в залежності від виду, складу, призначення. Єдина об'єднуюча риса - властивості аналогічні цементному складу, незалежно від типу бетонів.

Подібний бетон не вимагає складного плану виготовлення. Основні в'язучі добавки, які використовуються:

- вапно / кремнезем (з дрібного кварцового піску, вапна);
- шлак (вапно, металургійний / паливний / фосфорний шлак);
- вапно / зола (паливна зола, подрібнена вапно);
- вапно / білить (пісок, білітовий шлак, вапно, кремнезем).

Необхідно:

- в'язучий засіб (одне з перерахованих вище);
- заповнювач;
- вода;
- спеціальні добавки (а залежно від виду, призначення).

Треба змішати по черзі матеріали, дотримуючись пропорції, зазначені в інструкції до матеріалів. У подібних бетонах утримується оптимальний мікроклімат, який поглинає надлишкову вологість у разі потреби. Силікатним бетонів властива функція накопичення тепла.

важкі бетони

Відмінність важкого речовини від звичайного - наявність кварцового піску. Він є основним компонентом дрібнозернистої суміші. Пісок забезпечує стійкість, щільність, морозостійкість конструкції з важкого силікатного речовини. У деяких випадках застосовують вапнякові добавки, кремнеземисті суміші та інше. Застосування: будівельні роботи (ЗБВ, елементи конструкцій), обробка зовнішніх конструкцій, цивільні споруди, житлові споруди.

Недолік: низький модуль пружності, знаходиться на кілька щаблів нижче цементних утворень. Це негативно позначається на деформаціях при короточасних значних навантаженнях. Зверніть увагу, що повзучість силікатної каменю на порядок нижче цементного.

Перевага: відсутність необхідності в армуванні (це викликано значенням сумарних деформацій).

Виготовлення виробів з чарункових бетонів

Процес виготовлення виробів з чарункових бетонів включає готування бетонної суміші і формування виробів з наступною їх термообробкою.

За способом створення повітряних пор чарункові бетони поділяються на пінобетон і газобетон. Пінобетон отримують в результаті туажавіння суміші з попередньо підготовленої піни і розчину, що складається з в'язучих, тонкомелених кременеземлих добавок і дрібнозернистих заповнювачів.

Для отримання газобетону в будівельний розчин добавляють газотворювач.

При виготовленні чарункових бетонів у якості в'язучих матеріалів використовується портландцемент, суміш портландцементу з вапном, гашеним вапном, шлако-портландцемент, шлакове в'язуче, сланцеву золу,

а в якості тонкомелених кременеземлистих добавок – кременевий пісок, золу ТЕЦ.

Для створення піни використовуються різноманітні піноутворювачі: клеканіфольний, смолосапаніновий, алюмосульфонафтенний тощо. Як газоутворювач – алюмінієвий порошок-пудра.

Залежно від виду в'язучих що використовуються розрізняють наступні види чарункових бетонів: **пінобетон, піношлакобетон, піносілікатобетон, газобетон, газшлакобетон, газосілікатобетон.**

Формування виробів з чарункових бетонів зазвичай здійснюється на віброплощадках в металевих формах, підвищеної міцності, що необхідно для запобігання утворення тріщин у виробах в процесі тужавіння бетону і транспортування виробів у автоклави. Відформовані вироби витримують у формі 3-4 години, після чого здійснюється зрізання нерівностей. Тепловологісна обробка виробів здійснюється в автоклавах під тиском насиченого пару 0,8 – 1,2 МПа. Після обробки в автоклаві вироби витримують на протязі 2 – 4 год. в теплому приміщенні, потім розпалублюють і транспортують у відділення оздоблення, де лицьова сторона виробів шліфується та фарбується.

Нині має розповсюдження віброрізальна технологія виготовлення крупнорозмірних виробів і дрібних блоків з чарункових бетонів (рис. 5.4). Якість виробів у цьому випадку завдяки поліпшенню процесу формування шляхом вібраційного впливу на суміш в процесі її виготовлення, різання залитого масиву на вироби необхідних розмірів з допомогою спеціальної різальної машини та оптимального режиму термообробки в автоклавах набагато вища.

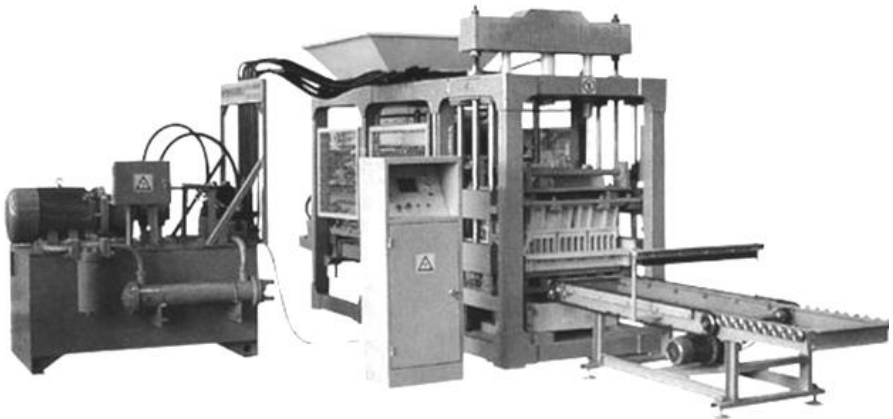


Рис. 5.4. Установа для виготовлення виробів з чарункових бетонів

6. Виробництво металевих деталей і конструкцій

Класифікація та склад підприємств

Металеві конструкції поділяють на будівельні і технологічні.

Будівельні металоконструкції – колони, ферми, балки використовують при будівництві цивільних та промислових будівель і споруд.

Технологічні металоконструкції – естакади трубопроводів, огороження, резервуари, ємності, бункери тощо застосовують при встановленні технологічного обладнання, або вони є складовою частиною цього обладнання.

Підприємства по виготовленню металевих конструкцій поділяються на підприємства **малої потужності** – до 30 тис. тон виробів на рік; **середньої** – 30...70 тис. тон та **великої** потужності – понад 70 тис. тон на рік.

Підприємства малої потужності виготовляють окремі конструкції легких каркасів промислових будівель (рис.6.1), естакад, опор ЛЕП тощо.



Рис. 6.1. Промислова будівля з металевих каркасів

Більшість заводів **малої потужності** мають в збиральних і зварювальних цехах мостові крани вантажопідйомністю 10 – 15 тон, а в малярних і завантажувальних цехах – 20 т, що обмежує вагу готових виробів. Технологічні схеми підприємств цієї групи передбачають можливість збирання та зварювання конструкцій на відкритих майданчиках, обладнаних козловими або баштовими кранами, а також самохідними кранами на залізничному, гусеничному або пневмоколісному ході. При цьому електрозварювальне обладнання для попередження

впливу атмосферних опадів розміщується у невеликих закритих приміщеннях або під навісами.

Характерною особливістю заводів малої потужності є те, що цех підготовки металу та малярно-завантажувальний цех розміщуються в прогонах з поперечним рухом кранів, а цехи обробки, збирання та зварювання конструкцій – в прогонах з поздовжнім рухом кранів, паралельно виробничому потоку.

Підприємства **середньої потужності** виготовляють конструкції каркасів основних цехів металургійних заводів, цехів заводів важкого машинобудування, теплоелектроцентралей тощо (рис. 6.2).



Рис. 6.2. Конструкція перекриття металургійного цеху

Всі види цехів основного виробництва заводів середньої потужності розміщуються в головному корпусі з поперечними прогонами. Збирально-зварювальні цехи обладнуються мостовими кранами вантажопідйомністю 15 – 20 т, а малярно-завантажувальні цехи – кранами вантажопідйомністю 30 тон.

Підприємства **великої потужності** виготовляють важкі та складні укрупнені конструкції металургійних цехів, автодорожніх та залізничних мостів великих прогонів, конструкції висотних будівель тощо. Збиральні цехи цих підприємств оснащуються мостовими кранами вантажопідйомністю 60 та 100 тон. На крупних заводах потужністю до 200 тис. тон на рік, виробничі цехи спеціалізуються на випуску сталевих конструкцій за скороченою номенклатурою із застосуванням поточних автоматизованих ліній.

За спеціалізацією підприємства по виготовленню металевих конструкцій поділяються на універсальні, що випускають металеві конструкції для промислових, житлових, суспільних будівель і споруд та спеціалізовані, що виготовляють один або декілька видів однорідних конструкцій (опор ЛЕП, мостових конструкцій, резервуарів, конструкцій для гідротехнічних споруд тощо)

Підприємства по виготовленню металевих конструкцій бувають з одиничним типом виробництва, при якому кожен раз виготовляють конструкції різних видів та типорозмірів і серійним виробництвом, при якому одночасно, протягом певного часу, виготовляють конструкції одного типорозміру та виду, а в подальшому можливий перехід на виготовлення другої серії конструкцій. Підприємства з серійним виробництвом поділяються на **малосерійні, середньосерійні та крупносерійні**. Розрізняють підприємства, що виготовляють металеві конструкції з будівельних сталей та алюмінієвих сплавів.

Типове підприємство по виготовленню металевих конструкцій складається з цехів основного виробництва:

1. Цехи підготовки металу;
2. Первинної обробки металу та заготовки окремих деталей;
3. Основного збирального;
4. Малярно-навантажувального
5. Цехів допоміжного виробництва:

а) ремонтно-механічного;

б) ремонтно-будівельного;

в) електроремонтного;

г) транспортного.

Для забезпечення основного виробництва різними видами енергоресурсів (електроенергією, парою, стиснутим повітрям і т.п.), інструментом, кріпильними виробами, електродами організуються підсобні виробництва: а) інструментальний цех, б) цех металевих виробів, або відділок; в) цех виготовлення електродів; г) киснева та ацетиленова станції; д) компресорна станція; е) парова котельня тощо. Крім наведених виробничих підрозділів, на кожному підприємстві влаштовуються склади металу, напівфабрикатів, готової продукції, адміністративно-господарські та побутові приміщення і служби.

Організація виробництва сталевих конструкцій

Технологічний процес виготовлення сталевих конструкцій складається з двох взаємопов'язаних процесів – основного та допоміжного.

Метал, що надходить на завод, розвантажується на складі, де відбувається його приймання, сортування, маркування та укладання в штабелі для тимчасового зберігання. При надходженні металу у вигляді напівфабрикатів-заготовок вони безпосередньо потрапляють в цех для

обробки. Первинна обробка металу (зняття деформацій металу після прокатування на металургійному заводі або транспортуванні, різка швелерів та балок на необхідну довжину) виконується в цеху підготовки металу, обладнаному листопрямильними та кутопрямильними вальцями і кулачковими пресами.

Операції з виготовлення деталей та вузлів конструкцій, шаблонів і пристосувань виконуються в цеху обробки металу (рис. 6.3), що має розміточне та ковальне відділення. Процес обробки деталей включає різні операції по переносу із шаблону на метал обрисів та розмірів деталей, механічне та кисневе різання заготовок, центрування і утворення отворів, холодний та гарячий вигин або штампування листової і профільної сталі, стругання та фрезерування крайок деталей для їх підготовки до зварювання, вторинну правку оброблених деталей. Електрозварювання (клепання) окремих деталей, вузлів, свердління монтажних отворів, маркування, контрольний огляд.



Рис. 6.3. Цех обробки металу

Технологічні операції по обробці деталей об'єднуються в залежності від профілю прокату та складають листовий і сортовий потоки. Кожний технологічний потік оснащується необхідним обладнанням і транспортними засобами. Для обробки листових деталей застосовуються гільйотинні та прес-ножиці, газорізальні машини, листовигибні та листопрямильні вальці, радіально-свердлильні, торцово-фрезерні, крайкострогальні станки та інше обладнання. Виготовлені деталі

маркуються і надходять на склад напівфабрикатів. Збирання конструкцій деталей, що надходять із складу напівфабрикатів, виконується в збиральному цеху.

Процес збирання зварювальних конструкцій передбачає електрозварювання окремих деталей та вузлів, а збірка клепаних конструкцій – підготовку заклепочних отворів, клепання, фрезерування торців елементів та опорних частин, свердління монтажних отворів по шаблонах. Нині найбільш поширений метод електродугового зварювання сталевих конструкцій, особливо автоматичного зварювання під шаром флюса та напівавтоматичного – в середовищі вуглекислого газу, що забезпечує більш високу продуктивність при зварюванні конструкцій різної конфігурації.

Для виконання зварювальних робіт в цехах організовують спеціалізовані ділянки або робочі місця. При виготовленні клепаних конструкцій для підготовки отворів під заклепки застосовують ручні пневматичні машинки. Клепання конструкцій виконується пневматичним або електричним способами. Машинне клепання в порівнянні з ручним, забезпечує більш високу якість робіт, в 2...3 рази підвищує продуктивність праці, полегшує працю робітників.

Збирання конструкцій виконується на стелажах, обладнаних кондукторами, затискачами тощо. Цех збирання має окремі ділянки, що спеціалізуються з виготовлення решітчастих конструкцій, колон, балок, ферм. Виготовлені конструкції маркуються, перевіряються ВТК, а потім потрапляють в малярно-навантажувальний цех для очистки від іржі та бруду, ґрунтування, фарбування або покриття антикорозійним складом. Готові конструкції надходять на склад, де укладаються в штабелі.

В останні роки отримали широке застосування поточні лінії по обробці окремих деталей, які призначені, як для виконання декількох операцій, так і всього комплексу операцій для груп деталей, однакових або близьких за конструктивними та технологічними ознаками.

Також впроваджені поточні лінії по збиранню та зварюванню окремих вузлів і елементів металевих конструкцій. Технологічний процес обробки деталей на поточних лініях передбачає максимальне скорочення внутрішньоцехових транспортних і такелажних операцій, забезпечує переміщення, оброблюваних деталей від одного станка до іншого в заданих послідовності та ритмі.

7. Виробництво сантехнічних виробів

Виробництво керамічних сантехнічних виробів

У загальному вигляді процес виготовлення санітарної кераміки складається з наступних етапів: **підготовка шлікера, отримання напівфабрикату, обробка напівфабрикату, сушіння, глазурування, випал, сортування, комплектація і упакування.**

Основною сировиною для виробництва санітарної кераміки є глина, каолін, кварцовий пісок, компоненти для приготування глазури тощо. Крім якості самої сировини надзвичайно важливо забезпечити належні умови її зберігання. Як правило, на підприємствах організують роздільне зберігання всієї сировини в боксах, розташованих під дахом при дотриманні необхідного температурного та вологісного режимів.

Шлікерна суспензія являє собою певним чином підготовлену масу з сировинних матеріалів, які за функціями, що виконуються, поділяються на:

- пластичні (глина, каолін) – є основою формування структури черепка в процесі лиття, сушіння і випалювання;
- валкі (кварцовий пісок, пегматит, бій виробів) – стабілізують форму виробу (зміцнюють його і перешкоджають деформацій).

Нині у виробництві санітарної кераміки використовується дві альтернативні технології – традиційне лиття у гіпсові форми і лиття під тиском в полімерні форми.

При першій – шлікерна суспензія заливається у гіпсові форми (рис 7.1).



Рис. 7.1. Гіпсова форма для виготовлення унітазів

Гіпсові форми повинні щільно закриватися, частини форми мусять точно співпадати і не залишати широких швів. Протягом 2 – 3 годин відбувається формування черепка, а потім здійснюється злиття зайвого шлікера. Після цього напівфабрикат на протязі 16 – 18 годин знаходиться у гіпсовій формі для тужавіння черепка.

На відміну від технології лиття в гіпсові форми, де формування і закріплення черепка відбувається природнім чином протягом доби, нова технологія дозволяє отримувати напівфабрикат за 20 – 30 хвилин за рахунок того, що вода, яка міститься в шлікері під тиском у 13 бар витискається крізь мікроскопічні пори полімерної форми, викликаючи утворення черепка. За рахунок того, що черепок формується під високим і рівномірним по всій формі тиском, поверхня черепка значно більш гладка, а сам виріб більш точний за геометричними розмірами, ніж при формуванні природним чином за традиційною технологією. Крім того, більш висока якість напівфабрикату зумовлюється і якістю самих форм, в яких він утворюється. Гіпсові форми, що використовуються при традиційній технології розраховані на випуск 50 – 60 виробів і більш схильні до пошкоджень під час чищення та використання, в результаті чого страждає якість лицьової поверхні напівфабрикату. Виготовлені з високоміцних полімерів форми для автоматизованих стендів лиття під тиском, гарантують гладкість лицьової поверхні напівфабрикатів, що випускаються, і розраховані на виробництво 20-25 тис. виробів. При цьому мінімальним є використання ручної праці і як наслідок, практично відсутня можливість порушення технології виробництва.

Після вилучення з форм напівфабрикати потребують додаткової обробки, в ході якої зачищаються шви, підганяються один до одного окремі деталі, наприклад, кришка до бачка. Необхідно відзначити, що отримані вироби за своїми характеристиками належать до порцелянових. Вона, за рахунок використання якісних сировинних матеріалів має більш високу щільність (практично не поглинає воду) і міцність, а, отже, довговічність. Завдяки цьому вироби з санпорцеляни при належному догляді з часом не набувають небажаного нальоту, не вбирають неприємний запах, легко миються.

Звільнені від форм напівфабрикати мають значну вологість, у той час як вологість виробів перед глазуруванням не повинна перевищувати 1 %. Тому вони потребують сушки, яка здійснюється як в процесі руху на стелажах (при температурі близько 300 С), так і в сушарці (при температурі до 1000 С). При виготовленні за технологією лиття під високим тиском напівфабрикат має більш низький показник вологості (16 – 18 %, проти 20 – 22% у виготовлених за традиційною технологією), тому тривалість сушіння також скорочується.

Після сушіння напівфабрикат піддається глазуруванню – операції, від якої у значній мірі залежить зовнішній вигляд і якість готового виробу. Шар глазури виконує не тільки декоративну функцію, але і захищає стінки

від особливо агресивних речовин та забезпечує більш ефективну очистку при чищенні та митті. Глазурування напівфабрикату на сучасних заводах, як правило, здійснюється на автоматичних глазурувальних установках з роботами напilenня, що забезпечують рівномірне нанесення глазури.

Після глазурування вироби надходять у піч, де при високій температурі (до 1200 °С) здійснюється спікання напівфабрикату і плавлення глазури. Випалювання є однією з найбільш значущих операцій, тому що безпосередньо впливає на якість виробів оскільки багато дефектів утворюються на цьому етапі. Для даної операції при виробництві керамічної сантехніки використовується сучасні тунельні печі (рис. 7.2), а також печі періодичної дії. Дане обладнання дозволяє здійснювати випал за спеціальним ступінчастим режимом – з витримками при певній температурі.



Рис. 7.2. Тунельна піч для випалу керамічних виробів

Тільки використання такого режиму дозволяє уникнути повного вигорання органічних сполук, присутніх в глині, внаслідок чого вироби можуть швидко втрачати колір, мати неправильну форму і легко руйнуватися. Нерівномірний, неглибокий випал є причиною таких дефектів, як наколи, скипання глазури, а також прихованих дефектів, які з часом можуть перетворитися в тріщину. Наявність періодичних печей дає можливість організувати повторний випал виробів для виправлення, «лікування» незначних дефектів використовуючи особливий температурний режим.

Після випалювання готові вироби надходять на сортування, де відбувається заключний контроль якості виробів. Контроль якості організується на всіх стадіях виробництва у вигляді огляду виробів після процесу лиття, сушіння, нанесення глазури, однак під час сортування він

здійснюється найбільш ретельно. В процесі сортування відбувається візуальний огляд всіх виробів, а також контроль за допомогою вимірювальних інструментів.

Після сортування вироби надходять на ділянку комплектації та упаковки. Умивальники комплектуються кріпленням до стіни і хромованим обрамленням для отвору переливу. Унітаз-компакти комплектуються відповідною арматурою, сидінням для унітазу і кріпленням унітазу до підлоги. Необхідно відзначити, що вся без винятку арматура проходить перевірку на функціональну придатність в робочих умовах. Вироби упаковуються у спеціальну тару з багатошарового картону і у такому вигляді відправляються споживачу.

Виробництво сантехнічних виробів з пластмас

Поряд з виробництвом сантехнічних виробів з традиційної кераміки, у даний час широке розповсюдження отримало виробництво ванн, душових кабін, піддонів та інших сантехнічних виробів з пластмас. Для цього використовуються склопластики, шаруваті пластики, вініласти і найбільш розповсюджений сучасний матеріал – акрил. Саме акрилові ванни та інші сантехнічні вироби з їх широкими можливостями дизайну і високими експлуатаційними якостями є сьогодні об'єктами масового промислового виробництва і впевнено витісняють з ринку сантехніки інші матеріали.

Акрил (синоніми: акрилове скло, ПММА, поліметилметакрилат) – один з численних видів пластику, що відноситься до категорії термопластів – матеріалів, здатних при нагріванні до певної температури розм'якшуватися і приймати задану їм форму, а при охолодженні зберігати форму.

Способи співекструзії різних видів пластику в один суцільний моноліт дозволили створити якісно нові дво- і тришарові більш ударостійкі і довговічні, ніж акрил, пластики для термовакуумформування різних сантехнічних виробів, завдяки яким розширилися можливості дизайнерських рішень.

З двошарового сантехнічного пластика з товстим шаром акрилу виробляються ванни, а з таких же листів з більш тонким шаром – модулі душових кабін, бічні декоративні панелі ванн, піддони. Товщина сантехнічного двошарового пластику від 5 до 11 мм залежно від його призначення і моделі сантехнічної продукції.

Для формування виробів з неоднорідних полімерних заготовок потрібне спеціалізоване вакуум-формувальне обладнання (рис. 7.3).



Рис. 7.3. Виготовлення акрилової ванної на вакуум-формувальній машині

Виготовлення металевих сантехнічних виробів

Сталеві ванни мають широкий попит як самі “демократичні” за цінами і доволі надійні. Сталеві ванни виготовляються зі сталевого високоякісного листа товщиною від 2,3 до 6 мм. Розміри ванн коливаються від 90х70 до 180х80 см. Вони покриваються міцною емаллю яка надовго зберігає близну і блиск та стійка до механічних пошкоджень (рис.7.4).



Рис. 7.4. Сталева ванна

Сучасні технології виробництва сталевих ванн розроблені на новому фізичному принципі, який дозволяє створювати шар емалі сухим способом у закритому циклі. При цьому способі частка емаліруючого матеріалу, яка не бере участі у процесі створення шару порошку на поверхні ванни, у той же час направляється на повторне використання. Таким чином використовується практично 100 % емаліруючого матеріалу без відходів та забруднення оточуючого середовища.

Технологічний процес виготовлення сталевих ванн:

1. Штампування.

Штампування ванн здійснюється на автоматичній лінії. Сталевий лист подається по транспортеру на першу операцію в гідравлічний штамп потужністю 1600 тонн, під час якої відбувається витягування тіла ванни (рис. 7.5).

При другій операції обрізуються надлишки на верхній частині ванн і підгинаються краї. Під час третьої операції пробиваються верхній і нижній отвори, загинаються всередину борту. Після знежирення приварюються кріплення для ніжок і арматура для заземлення.



Рис.7.5. Штамповка ванни на пресі

2. Попередня обробка

Після штамповки всі вироби проходять попередню обробку. Ця операція передбачає перш за все очищення від масел, іржі та інших механічних забруднень. Комплексний процес очищення відбувається на автоматичній лінії, де останньою операцією є осушення.

3. Аплікація порошку

Аплікація емаліруючих порошоків в електричному полі відбувається в автоматичному режимі на лінії, яка складається з 5 кабін. У перших двох наноситься ґрунтовий шар, а в наступних трьох, покриваючий шар. Виріб підвішується на транспортер і поступово переміщується через кабінки. Шари порошку на поверхні виробу створюються за рахунок дії Коломбових сил. Ці сили субтильні і після закінчення деякого часу зникають, після розрядки заряду послаблюються. Міцне з'єднання шару з металом досягається випаленням в печі при температурі 800 °С.

Після перевірки якості покриття вироби пакуються і транспортуються на склад (рис. 7.6).

8. Виробництво столярних виробів

Класифікація та склад підприємств

Значний об'єм столярних виробів і конструкцій з деревини для потреб будівництва виготовляється на спеціалізованих деревообробних підприємствах або комбінатах – ДОКах.

Але і в будівельних організаціях є значна кількість деревообробних цехів і майстерень.

Великі спеціалізовані підприємства (ДОКи) виробляють масову стандартну, транспортабельну продукцію, мають велику потужність та знаходяться в лісових районах. **Місцеві підприємства** (окремі цехи і майстерні) виготовляють нестандартну або малоприспособлену для транспортування продукцію, столярні вироби, щитову опалубку тощо.

Виробництва будівельних організацій, як правило працюють на привізній сировині у вигляді заготовок або напівфабрикатів, які надходять з підприємств лісопильної промисловості.

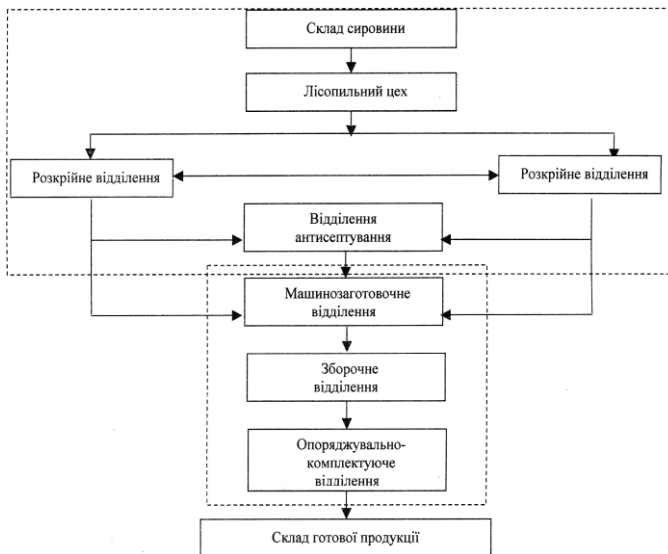


Рис. 8.1. Технологічна схема деревообробного підприємства

За характером виробництва деревообробні підприємства поділяються на:

- лісопильно-стругальні;
- столярно-механічні;
- комбіновані.

Основною продукцією лісопильно-стругальних підприємств є дошки, бруси, шпали тощо. Столярно-механічні підприємства виготовляють головним чином готові конструкції і деталі: віконні та дверні блоки, вмонтовані меблі, щитовий паркет і т.п.

Склад та виробнича потужність деревообробного підприємства визначаються потребою в його výroбах району, що обслуговується, а також іншими місцевими умовами (рис. 8.1).

Деревообробне підприємство складається з наступних цехів або дільниць: лісопильний, сушильно-розкрійний з відділком антисептування, деревообробний з машинно-заготовчим відділком, збиральний з опоряджувальним та комплектувальним відділком, а також склади сировини та готової продукції (рис. 8.2).

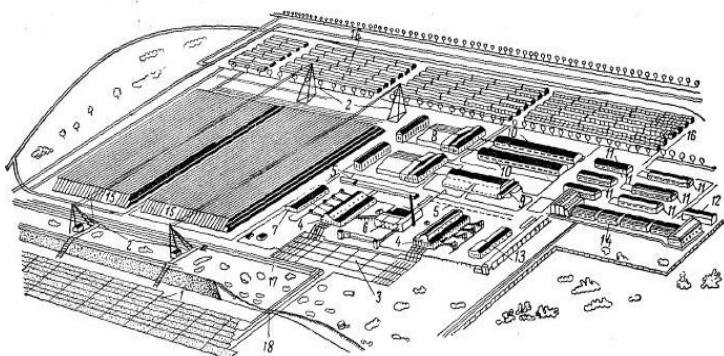


Рис. 8.2. Схема розміщення виробництв деревообробного підприємства (ДОК):

1 – приймально-сортувальна дільниця; 2 – крани; 3 – басейн; 4 – лісопильний цех; 5 – сортувальня; 6 – електростанція; 7 – цех розкроювання сирих дощок; 8 – сушарня; 9,10 – деревообробні цехи; 11 – склади; 12 – склади технічних матеріалів; 13 – ремонтно-механічна майстерня; 14 – цех дерево-тирсових плит; 15 – штабелі пиловочної сировини; 16 – склад пиломатеріалів; 17 – повздовжний ланцюговий транспортер

На деяких підприємствах є також цехи з виробництва паркету та паркетних дощок, деревоволокнистих та деревотирсових плит, цех утилізації відходів виробництва. Для обслуговування основного виробництва на великих підприємствах створюються ремонтно-механічний, пилозаточувальний, транспортний та енергетичний цехи.

Технологія і організація виробництва на деревообробних підприємствах

Склади сировини. Сировина на деревообробне підприємство транспортується залізничним, водним або автотранспортом. Для вивантаження колод з транспортних засобів застосовуються стаціонарні і пересувні крани з канатними захватами, мостові, кабельні та козлові крани, автонавантажувачі з виловними захватами.

На великих підприємствах застосовується спеціальний сортувальний комплекс, що дозволяє виконувати сортування круглого лісу за діаметрами і подачу його в лісопильний цех з розрахунком отримання з даної кількості сировини найбільшого виходу пиломатеріалів необхідної якості. Сортувальний комплекс оснащений системою транспортерів, козловим та баштовими кранами для розкладання відсортованих колод по штабелях.

Спосіб зберігання лісоматеріалів і схема організації навантажувально-розвантажувальних робіт проектується з урахуванням кліматичних умов, строку зберігання, кількості, якості, призначення деревини та способу її доставки на склад.



Рис. 8.3. Лісопильна дільниця

Виробництво пиломатеріалів. Виробничий процес, який пов'язаний з переробкою колод на пиломатеріали включає приймання, сортування, зберігання та підготовку сировини до розпилювання, розпилювання колод на лісопильних рамах або для дрібномірної сировини (діаметром до 12 см), сортування та складування готових матеріалів, утилізацію відходів. Розпилювання колод може виконуватися трьома способами: **врозвал**, з **брусуванням** та **змішаним** (рис. 8.3).

При розпилюванні з попереднім брусуванням або першій проходці крізь лісопилну раму колода опилюється на два ранти, а потім при другій проходці, отриманий брус, розпилюється на обрізні дошки. Процес брусування знижує продуктивність лісопильної рами, але корисний вихід пилопродукції збільшується на 1,5...2% та відпадає потреба в обрізних станках. Як правило, передбачається до 80% розпилювання колод з брусуванням.

Широке поширення отримав змішаний спосіб розпилювання, який дозволяє отримувати пиломатеріали різної номенклатури та найкраще використовувати обладнання. Раціональний розкрій деревини, з врахуванням максимальної кількості випилювання специфікованих пиломатеріалів, підвищує корисний вихід деревини до 67-68%.

Сортуються пиломатеріали по товщині, ширині, довжині та сорту або в лісопильному цеху в процесі обробки, або на сортувальному майданчику.

Потужність лісопильного цеху в складі деревообробного підприємства повинна відповідати потужності цеху механічної обробки деревини або бути вищою за неї. В останньому випадку лісопильний цех частково випускає товарний пиломатеріал для суміжних підприємств.

Для отримання готової продукції більш широкої номенклатури та попереднього розкрою лісоматеріалу лісопильні цехи разом з рамами забезпечуються горизонтальними циркулярними верстатами (рис. 8.4), вертикальними циркулярними верстатами (рис. 8.5) та кутопилними верстатами (рис. 8.6).



Рис.8.4. Горизонтальний циркулярний верстат



Рис. 8.5. Розпилювання колоди на вертикальному циркулярному верстаті



Рис. 8.6. Кутопильний верстат

Сушіння пиломатеріалів. Після розпилювання лісоматеріали піддаються сушінню **природним** або **штучним** способами. При природній сушці лісоматеріали витримують при певних режимах в штабелях на спеціальних майданчиках (рис. 8.7), що захищені від впливу атмосферних опадів, сонячного проміння. Для кращого провітрювання лісоматеріали вкладають в пакетні або рядові штабелі **секціями**, які розділені поздовжніми і поперечними проїздами. Тривалість природної сушки залежить від пори року і місцевих кліматичних умов та складає тривалий період – від 7 до 75 діб. При цьому мінімальна вологість досягає 16...18%, що не допускається при виготовленні окремих видів столярних виробів. Крім того, для організації природної сушки лісоматеріалів необхідні значні їх запаси та великі площі для розміщення в штабелях.



Рис. 8.7. Приміщення природної сушки лісоматеріалів

Тому нині на деревообробних підприємствах разом з природною сушкою організовують **штучну** сушку пиломатеріалів у спеціальних сушильних камерах.

Сушильні камери класифікуються залежно від виду теплоносія та способу циркуляції повітря:

- аеродинамічні з природною або примусовою циркуляцією повітря;
- газові;
- електричні.

Аеродинамічні камери з штучною циркуляцією повітря, обладнані вентиляційними пристроями. В залежності від режиму сушильні камери бувають періодичної та безперервної дії.



Рис. 8.8. Аеродинамічна сушильна камера

Використовуються конструкції збірних металевих сушильних камер, що працюють на перегрітій парі при температурі 110...125°C і тиску 0,2-0,3 МПа. Сушіння дощок при цьому продовжується 36 годин, тоді як в звичайних камерах періодичної дії при температурі 80...90°C – 144 години.

Збірно-розбірні сушильні камери можуть застосовуватися не тільки на ДОКах, але і на будівельних майданчиках при невеликих столярних майстернях (рис. 8.8).

Газові сушильні камери частіше застосовуються для хвойних пиломатеріалів товщиною до 50 мм. На ряді підприємств деревообробки використовуються сушильні камери з осьовими реверсійними вентиляторами. Завдяки більш високій швидкості циркуляції повітря продуктивність цих камер в 1,5...2 рази вища від камер звичайної конструкції. Регулювання процесу сушки виконують за допомогою багатоканальних електронних регуляторів (рис.8.9).

В окремих випадках сушка деревини може виконуватися **струмами високої частоти**. Термін сушки при цьому значно скорочується, а процес протікає більш рівномірно без утворення тріщин. Недоліком згаданого способу є значна витрата електроенергії – до 250...350 кВт·год. на 1 м³ висушеної деревини.



Рис. 8.9. Газові сушильні камери

Ефективним є спосіб сушки пиломатеріалів **в наповнених петролатумом** (відходи переробки нафти) **ваннах** при температурі 110...113 °C. Сушка деревини в петролатумі в порівнянні із звичайною камерною сушкою відбувається швидше в 6-8 разів та доводить вологість хвойних порід до 10...12 %. Перевагою даного способу є можливість одночасного сушіння та антисептування деревини, а недоліком –

підвищена кількість відходів деревини при її наступній обробці, так як верхній шар всмоктує петролатум.

На деревообробних підприємствах, як правило організовують спеціальні сушильні цехи. Потужність встановлених в них сушильних камер повинна відповідати потужності основних цехів, що виготовляють столярні вироби.

Виробництво столярних виробів. Столярні вироби (вікна, дверні полотна та ін.) виготовляються в спеціалізованих цехах (рис. 8.10).

Для виконання операцій в цеху створюються відділення: машинно-заготовче, збиральне та опоряджувально-комплектувальне.

В машинно-заготовчому відділенні виготовляються окремі уніфіковані деталі конструкцій, наприклад бруски коробок, внутрішні та зовнішні віконні шибки тощо. Механічна обробка заготовок (розпилювання, стругання, фрезерування, свердління та ін.) виконується на напівавтоматичних поточних лініях, споряджених станками для поперечного та поздовжнього розкрою заготовок, стругальними станками, фрезерними автоматами, шліфувальними станками.



Рис. 8.10. Загальний вигляд столярного цеху

Переміщення деталей в процесі обробки на поточній лінії виконується за допомогою системи конвеєрів та підйомних ліфтів.

Для захисту дерев'яних деталей та конструкцій від загнивання та ураження комахами, їх після механічної обробки обробляють антисептиками. Для **антисептування** застосовують маслянисті, водні та водонерозчинні антисептичні засоби. Найбільш ефективним способом антисептування, який отримав поширення на деревообробних підприємствах є просочування деревини антисептиками в спеціальних ваннах.

Окремі елементи віконних та дверних блоків компонуються в збиральному відділенні. Технологічна лінія зборки коробок, внутрішніх і зовнішніх стулок та кватирок складається з автоматів для зборки конструкцій, височастотних сушильних установок для полімеризації клейових з'єднань, автоматів для обробки стулок по периметру, двосторонніх шліфувальних станків та карусельних агрегатів для установки фурнітурних виробів.

Дверні блоки з полотном щитової конструкції виготовляються на напівавтоматичних поточних лініях, обладнаних деревообробними станками, агрегатами і транспортними засобами. На поточних лініях спочатку виробляються окремі деталі для рами, обклашки та коробки дверних полотен, які переміщуються в збиральне відділення для збирання, лицювання і склеювання дверних полотен в пресах холодним або гарячим способами. Після склеювання та витримування полотна воно надходить на форматний станок для обрізання по периметру. Далі готове полотно по периметру оздоблюється обкладкою і навішується на петлі в коробку.

На поточних лініях передбачено виготовлення різних типів дверних блоків з полотнами щитової конструкції з суцільним рейковим заповненням твердими деревоволокнистими плитами з покриванням шпоном цінних порід.

Здійснюється також виробництво **комбінованих дверних блоків** з пластмас та деревини. Дверні полотна, в цьому випадку, являють собою трьохшаровий щит, зовнішні шари якого виконані з декоративного полівінілхлориду, внутрішній шар-заповнювач – із спіненого полістиролу, обрамленого дерев'яною рамкою-каркасом. Комбіновані двері в 2...2,5 рази легші від звичайних, мають підвищені звуко- та теплоізоляційні властивості, легко миються водою з миючим порошком.

Фарбування, встановлення скла та заключна комплектація столярних виробів виконуються в **опоряджувально-комплектувальному відділенні**. Для фарбування віконних та дверних блоків синтетичними фарбами, емалями і лаками застосовуються напівавтоматичні поточні лінії, на яких використовують **метод фарбування в електростатичному полі**.

Для потреб будівництва на деревообробних підприємствах створені спеціальні технологічні лінії для виготовлення комплектів інвентарної **щитової опалубки**. Технологічний процес її виробництва полягає в транспортуванні дошок із складу електрокарами або вагонетками до маятникової пили, де виконується заготовка дошок необхідної довжини. Далі дошки поздовжньо розпилюють на циркулярній пилі, обробляють на групі стругальних станків (фугувальних, рейсмусових, фрезерних) та збирають на верстаках з кондукторами, після чого готові щити з лицевої поверхні покриваються масляною змазкою розпилювачем.



Рис. 8.11. Виготовлення клеєних фанерних виробів

Для виготовлення різних **клеєних та клеєфанерних конструкцій** на деревообробних виробництвах створюють спеціалізовані цехи. Технологічний процес виготовлення **клеєних конструкцій** має таку послідовність: в заготовчому відділенні дошки до склеювання витримують на протязі 1...2 діб до набуття ними температури 16 °С; потім їх сортують, торцюють, стругають та передають на пости збирання конструкцій. Для склеювання окремих елементів виробів застосовуються водостійкі, фенолформальдегідні клеї.

Запресування клеєних елементів конструкцій виконується в ручних гвинтових або пневматичних пресах. Ручні гвинтові преси застосовують для запресування великорозмірних конструкцій. Прямолінійні конструкції довжиною 3...6 м доцільно склеювати за допомогою пневматичних пресів (рис 8.11). Для зменшення строків витримання клеєних конструкцій їх нагрівають гарячим повітрям, масляними теплоносіями, інфрачервоними променями, або струмами високої частоти. Вироби нагрівають в сушильних камерах або прес-камерах при температурі 50 – 90 °С.

Клеєні деталі отримали застосування і при виробництві різних столярних виробів. Клеєні з окремих дощочок бруски відрізняються великою механічною міцністю та стабільними експлуатаційними властивостями. Вихід специфікованих пиломатеріалів при цьому збільшується на 10...15 %.

Тимчасове зберігання готової продукції деревообробних підприємств здійснюється в сухих, провітрюємих приміщеннях або під навісом, який захищає від вологи і сонячного проміння. При цьому віконні та дверні блоки укладають в ряди на ребро, а паркетні дошки, полові бруски – в штабелі.

9. Машини для земляних робіт

Способи руйнування ґрунту. Класи машин за видом робіт.

Машини для земляних робіт використовують при розробці виїмок – котлованів та траншей; для утворення насипів, дамб, дорожнього полотна; при бурових та планувальних роботах.

Однією з основних операцій при земляних роботах є руйнування ґрунту. Ґрунти і породи руйнуються:

1. **Механічним способом**, коли робочі органи безпосередньо відділяють ґрунт від масиву. Його енергоємність складає $0,05 \dots 0$, кВт·год./м³.
2. **Гідромеханічним способом**, при цьому способі ґрунт руйнується, тобто відділяється від масиву механічним робочим органом (фрезою), а потім транспортується за допомогою води, або ґрунт відразу руйнується струменем води високого тиску. У першому випадку енергоємність складає $0,2 \dots 2,0$ кВт·год./м³, у другому – в 1,5 рази менше.
3. **Вибуховим способом**, коли у породі попередньо пробурюють шпури, у які поміщають вибухові речовини. Гази, що виділяються при спалахуванні вибухових речовин, руйнують породу. Енергоємність процесу складає $0,8 \dots 1,1$ кВт·год./м³.

Застосовують також комбіновані способи, коли попередньо руйнування (розрихлення) виконується розрихлювачем, а транспортування іншими машинами. Крім механічних та гідравлічних способів руйнування ведуться дослідження термічного та хімічного способів.

Машини для виконання земляних робіт можна поділити на наступні класи:

1. Машини для підготовчих робіт.
2. Землерийно-транспортні машини.
3. Екскаватори.
4. Машини для гідравлічної розробки ґрунту.
5. Машини для буріння свердловин діаметром $0,5 \dots 3$ м.
6. Для розробки мерзлого ґрунту.
7. Для ущільнення ґрунту.
8. Для паливових робіт.

Землерийні машини

Землерийні машини для виконання земляних робіт механічним способом поділяються на дві основні групи:

1. Землерийно-транспортні.
2. Екскаватори.

Земляним роботам, як правило, передують підготовчі роботи, що передбачають розчищення будівельних площадок та трас будівництва трубопроводів від кущів, дерев, пеньків, каменів, а також розрихлення щільних, каменистих та мерзлих ґрунтів для полегшення наступної розробки їх землерийними машинами.

Машини для підготувальних робіт

Для виконання підготувальних робіт застосовують кущорізи, корчувачі, корчувачі-збирачі та розрихлювачі, які є змінним, начипним обладнанням до потужних гусеничних тракторів чи колісних тягачів.

Кущоріз (рис. 9.1) призначений для зрізання на рівні землі кущів та дрібних дерев діаметром до 0,25 м. Пасивний робочий орган виконаний у вигляді клина із полиць 1, до нижніх граней яких закріплені змінні гладкі чи пілкоподібні ножі, які мають у плані вигляд трикутника з кутом **40...60°**.

У передній частині клина встановлено носовий лист 4 для розколювання пеньків та розсування звалених дерев. Зусилля робочому органу передається через штовхальну раму 5, шарнірно закріплену до ходової частини трактора. За один прохід можна очищати смугу шириною 3,5...5,0 м.

Для захисту тракториста від дерев, що падають, над капотом та кабіною трактора встановлюють потужну огорожувальну металоконструкцію 7 з труб або кутників.

Обладнання кущоріза змінне, його полиці можуть бути замінені на тій же рамі потужним штовхальним пристроєм деревовала. При роботі штовхальний пристрій піднімають на висоту 3...5 м над землею. Тягового зусилля 250 кН достатньо, щоб звалити дерево діаметром 2 м. Обладнання деревовала повинне виступати вперед на 4...6 м від трактора, щоб корені дерева не перекинули його.

Корчувачі та корчувачі-збирачі (рис. 9.2) застосовують для витягування (корчування) з ґрунту та наступного збирання великих каменів, пеньків діаметром до 450 мм, корневих систем, а також кущів і звалених дерев, що залишилися після проходу кущоріза. Крім того, корчувачі можуть виконувати розрихлення щільних ґрунтів на глибину до 30 см.

Робочим органом корчувача-збирача є змінна лопата, у нижній частині якої закріплюють від 3 до 8 змінних корчувальних зубів із зносостійкої сталі. Лопату закріплюють до універсальної штовхальної рами. Підйом і опускання здійснюють гідроциліндрами. Лопату зварюють із вертикальних ребер та поперечних пустотілих балок, спереду до ребер приварюють лобовий лист, що захищає радіатор трактора.

Витягувати камінь можна штовхальним зусиллям або підклавши і піднявши його.

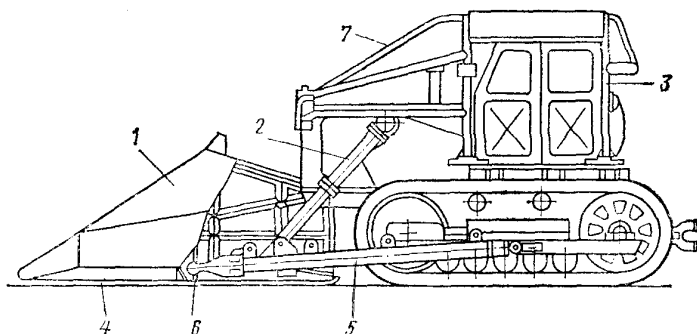


Рис. 9.1. Кущоріз ДП-24:

1—лопата; 2—гідроциліндри; 3—кабіна; 4—ніж;
5—штовхальна рама; 6—кульова головка; 7—огородження

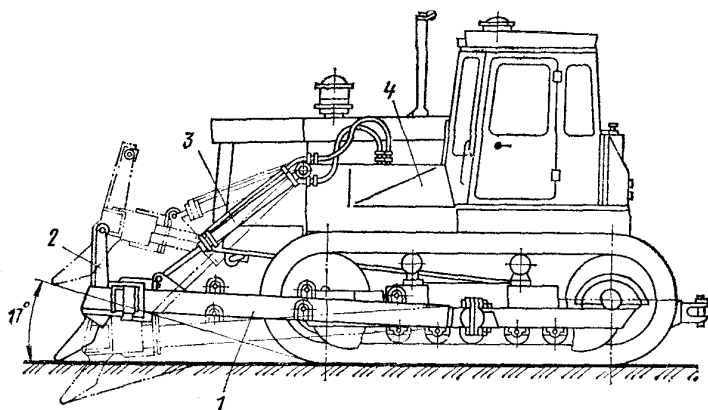


Рис. 9.2. Корчувач ДП - 25

1—штовхальна рама; 2—лопата; 3—гідроциліндри; 4—базовий трактор

Годинна продуктивність корчувачів-збирачів на корчуванні пеньків складає 40...50 шт., при збиранні каменів – до 15...20 м³, при згрібанні зрізаних дерев, викорчуваних пеньків та кущів – до 2500...4000 м².

Розрихлювачі застосовують для пошарового руйнування щільних каменистих, скельних та мерзлих ґрунтів перед розробкою їх землерийними машинами, при викопуванні котлованів і широких траншей, а також для зламуння покриттів доріг та вулиць при прокладанні через них трубопроводів і комунікацій відкритим способом.

Розрихлювач (рис. 9.3) являє собою начіпне на потужний гусеничний трактор обладнання з гідроприводом. Робочий орган має один або три (рідше 5) змінних зуби з литими наконечниками із зносостійкої сталі, встановлених з кроком 800...1020 мм. Система навіски являє собою чотиришарнірну паралелограмну систему, що забезпечує постійний кут різання зуба при різній глибині розрихлення.

Мінімальна глибина розрихлення за один прохід повинна бути на 20...30 % більшою, ніж глибина шару, який буде зніматись машиною, що повинна працювати із розрихлювачем (бульдозер чи скрепер).

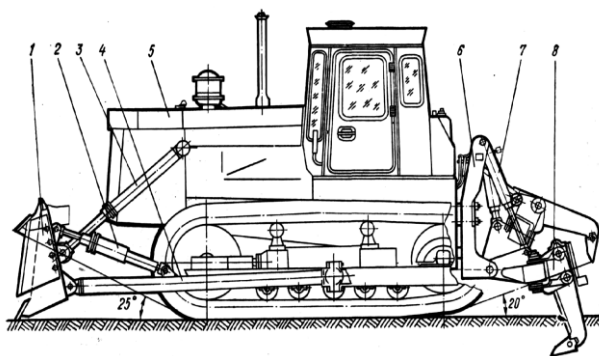


Рис. 9.3. Бульдозер-розрихлювач ДЗ-90С:

1-лопата з ніжами; 2-гідророзкіс; 3-гвинтовий розкіс; 4-штовхальні бруси; 5-трактор Т-130. Г-1; 6-стійка; 7-гідропривід; 8-розрихлювач

В одних ґрунтах найефективнішою буде робота на великій глибині з меншою кількістю зубів, в інших – з більшою кількістю зубів і меншою глибиною (оскільки зуб руйнує породу не тільки перед собою, але й по боках. Максимальна ширина захвату (при трьох зубах) 1780...2140 мм, глибина 0,45...1,4 м. Продуктивність 60...150 м³/год., середня робоча швидкість руху $V=2,5...5,0$ км/год.

Розрихлювальне обладнання навішують на гусеничні бульдозери з тягачами класу 100, 250, 500 та 750 кН потужністю 118...636 кВт.

Основні параметри гусеничних розрихлювачів (рис. 9.4):

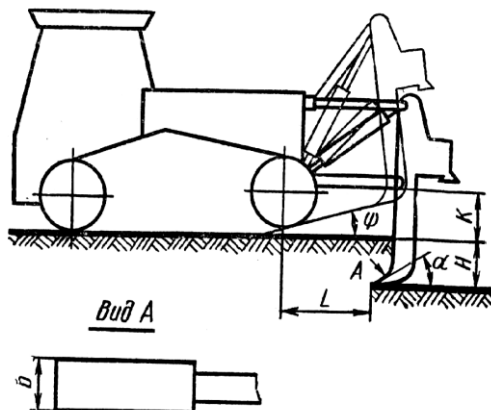


Рис. 9.4. Основні параметри гусеничних розрихлювачів

L - віддаль від наконечника зуба в крайньому нижньому його положенні до осі ведучої зірочки трактора;

ψ - задній кут в'їжджання;

K - найменша віддаль від найнижчої точки рами до опорної поверхні;

H - величина максимального заглиблення зуба;

α - кут рихлення при крайньому нижньому положенні зуба;

b - ширина наконечника зуба.

До землерийно-транспортних машин відносяться бульдозери і скрепери, грейдери і грейдер-елеватори.

Бульдозери (рис. 9.5) являють собою начіпне обладнання на базовий гусеничний чи пневмоколісний трактор (двоосний колісний тягач), що містить лопату з ножами, штовхальний пристрій у вигляді брусів чи рами та систему керування лопатою. Сучасні бульдозери є конструктивно подібними машинами, базові трактори і начіпне обладнання яких широко уніфіковані. Головним параметром є тяговий клас базового трактора (тягача). Бульдозери застосовують для пошарової розробки та переміщення ґрунту, а також попереднього розрихлення скельних та мерзлих ґрунтів. З їхньою допомогою виконують планування будівельних майданчиків, зведення насипів, розробку виїмок та котлованів, нарізання терас на схилах, розрівнювання ґрунту, відсипаного іншими машинами і т.п.

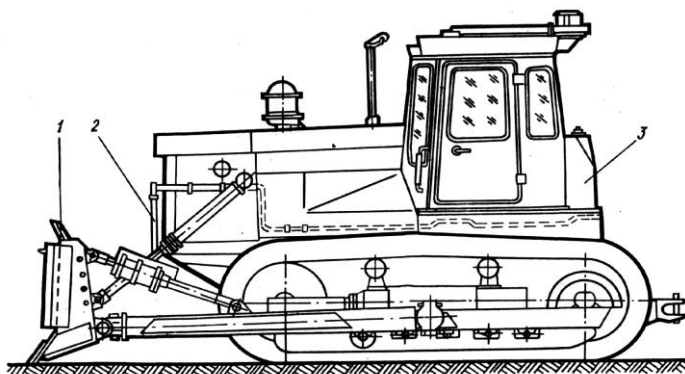


Рис. 9.5. Бульдозер ДЗ-110А:
1 - бульдозерне обладнання; 2 - гідравлічне обладнання; 3 - трактор

Широке використання бульдозерів у будівельному виробництві визначається простотою їх конструкції, високими продуктивністю, мобільністю та універсальністю.

БУЛЬДОЗЕРИ РОЗРІЗНЯЮТЬ:

За призначенням:

- загального призначення;
- спеціальні (бульдозери-штовхачі, підземні і підводні бульдозери).

За номінальним тяговим зусиллям базових машин:

- малогабаритні (до 9 кН, 18,5...37,0 кВт);
- легкі (14...40 кН, 37,0...96,0 кВт);
- середні (60...150 кН, 103...154 кВт);
- важкі (250...350 кН, 220...405 кВт);
- надважкі (350 кН і більше, 510 кВт і більше).

За типом ходового пристрою:

- гусеничні;
- пневмоколісні.

За конструкцією робочого органа:

- з неповоротною в плані лопатою (перпендикулярно до поздовжньої осі базової машини);
- з поворотною лопатою, яка може встановлюватися перпендикулярно чи під кутом до 53° по обидва боки до поздовжньої осі машини.

За типом системи керування лопатою:

- з гідравлічним керуванням;
- з пневматичним керуванням;
- з механічним (канатно-блочним) керуванням.

Робочий цикл бульдозера: при русі машини вперед лопата системою керування заглиблюється у ґрунт, зрізає ножами шар ґрунту і пересуває

перед собою утворену ґрунтову призму волоком по поверхні землі до місця розвантаження; після відсипання ґрунту лопата піднімається у транспортне положення, машина повертається до місця набирання ґрунту, після чого цикл повторюється. Максимально можливий об'єм призми волочіння сучасні бульдозери набирають на ділянці довжиною 6...10 м. Економічно доцільна віддаль переміщення ґрунту не перевищує 60...80 м для гусеничних і 100...140 м для пневмоколісних бульдозерів.

До основних параметрів бульдозерного обладнання (рис. 9.6) відносяться висота без козирка H , довжина B лопати (м), радіус кривизни лопати r , основний кут різання δ , задній кут лопати α , кут загострення ножів β , кут перекосу лопати ε та кут повороту лопати у плані γ (град), висота підйому лопати над опорною поверхнею h_1 та глибина опускання лопати нижче опорної поверхні h_2 (м), напірне T та верт P -зусилля на різальній грані (кН), швидкості підйому v_n та опускання лопати v_o .

Лопата бульдозера являє собою жорстку зварну металоконструкцію з лобовим листом криволінійного профілю. Вздовж нижньої грані лопати закріплені змінні дволезові різальні ножі, наплавлені зносостійким сплавом. Посередині верхньої частини лопати є замок, що перешкоджає пересипанню ґрунту через верхній край.

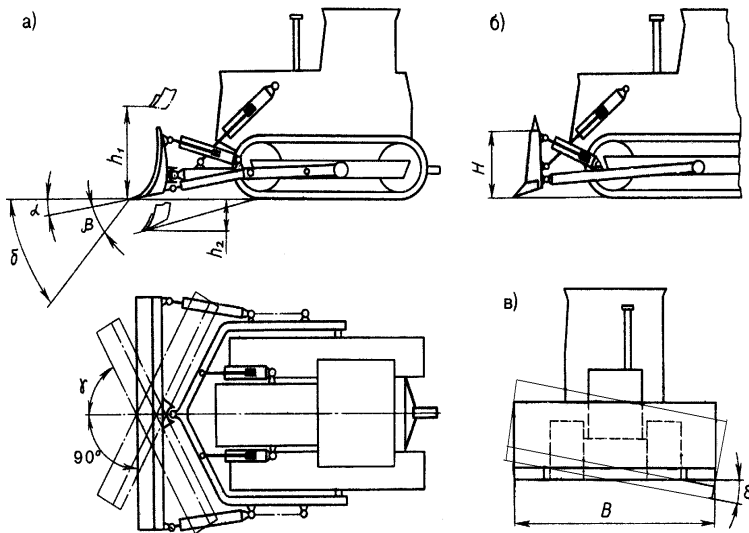


Рис. 9.6. Схеми пристрою та основні параметри бульдозерів:
а-з поворотною лопатою; б-з неповоротною лопатою; в-поперечний переріз лопати

Для збільшення продуктивності бульдозера при роботі на легких ґрунтах на його лопату встановлюють з обох кінців змінні розширювачі, відкрilки та видовжувачі. Для зменшення втрат ґрунту при його транспортуванні сучасні неповоротні гусеничні бульдозери обладнують сферичними та напівсферичними лопатами.

Застосування у бульдозерах автоматичного керування забезпечує неможливість точнішого планування розроблюваної поверхні (з точністю до ± 5 см від заданого рівня), а також значного підвищення продуктивності на вказаних роботах (в середньому 1,5...2 рази у порівнянні із звичайними машинами).

Системи автоматичного керування “Автоплан-1” для стабілізації кутового положення штовхального бруса бульдозера та “Автоплан-2” для стабілізації кутового положення штовхального бруса бульдозера та захисту двигуна від перевантажень та встановлені на бульдозерах

Принцип роботи системи (рис. 9.8) полягає в тому, що при відхиленні робочого органа машини від заданого кутового положення датчик системи видає сигнали (електроімпульси), які після підсилення поступають на один з магнітів гідроелектрозолотника, при цьому останній повертає робочий орган у вихідне задане положення.

Бульдозер ДЗ-109-1 з поворотною лопатою обладнується апаратурою “Копір-Автоплан-10ЛП”, бульдозер ДЗ-110А-1 з неповотною лопатою – апаратурою “Комбіплан-10Л” (рис. 9.9). Ця система призначена для тих же цілей, що й “Автоплан”. Вона є комбінованою і працює у двох автоматичних режимах: *автономному*, коли положення лопати за висотою і при перекосі зберігається (витримується) за сигналами перетворювачів кутових положень та *копірному*, коли положення лопати за висотою і при перекосі зберігається (витримується) за направленим лазерним променем.

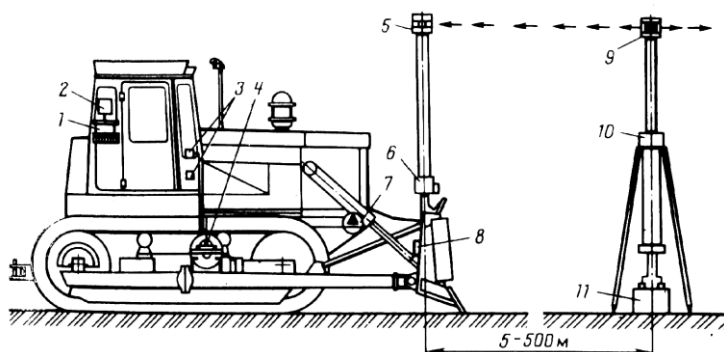


Рис. 9.9. Принципова схема встановлення приладів автоматизованої системи “Комбіплан-10л” на бульдозері Т-130.1

У **копірному** режимі система “Комбіплан” забезпечує тільки керування гідроциліндрами підйому та опускання лопати, тоді як робота в автономному режимі забезпечує також і перекид лопати.

Система “Комбіплан-10Л” (рис. 9.9) складається з пульта керування 1, блока перевантаження 2, гідорозподільників 3 з електрокеруванням, додаткової гідросистеми перетворювача 4 кутового (поздовжнього напрямку) положення лопати, фотоприймального пристрою 5, пристрою 6 для переміщення фотоприймального пристрою за висотою, перетворювача 7 частоти обертання вала двигуна, перетворювача 8 кутового (поперечного напрямку) положення лопати, лазерного випромінювача 9, тринogi 10 та батареї джерела струму 11.

Контрольні запитання:

- 1.Способи руйнування ґрунту.
- 2.Машини для земляних робіт.
- 3.Будівельні машини для підготувальних робіт.
- 4.Призначення, будова, основні параметри і принцип дії кушорів.
- 5.Призначення, будова, основні параметри і принцип дії корчувачів та корчувачів-збирачів.
- 6.Призначення, будова, основні параметри і принцип дії розрихлювачів.
- 7.Призначення і класифікація бульдозерів.
- 8.Будова, основні параметри, робочий цикл і принцип дії бульдозерів.
- 9.Системи автоматичного керування робочим органом бульдозерів.

Землерийно-транспортні машини

Скрепери призначені для пошарового копання, транспортування, пошарового відсіпання, розрівнювання та часткового ущільнення ґрунтів I–IV категорій при інженерній підготовці території під забудову, плануванні кварталів, зведенні насипів, розробці широких траншей та виїмок під різноманітні споруди та штучні водоймища та ін. Найефективніше скрепери працюють на не перезвожених середніх ґрунтах (супісях, суглинках, чорноземах), що не містять великих кам’янистих складників.

Головним параметром скреперів є геометрична місткість ковша (m^3), яка лежить в основі типорозмірного ряду цих машин.

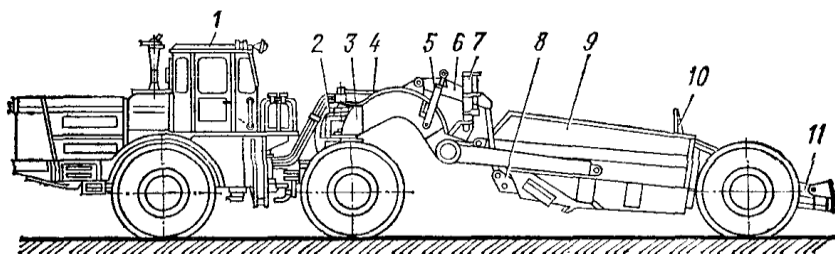


Рис. 9.10. Напівпричіпний скрепер

1—трактор; 2—сідельно-зчіпний пристрій; 3—рама; 4—рукав та трубопроводи; 5, 6—гідроциліндр та механізм керування заслінкою ковша; 7—гідроциліндр підйому та опускання ковша; 8—заслінка ковша; 9—ківш; 10—задня стінка ковша; 11—гідроциліндр керування задньою стінкою ковша

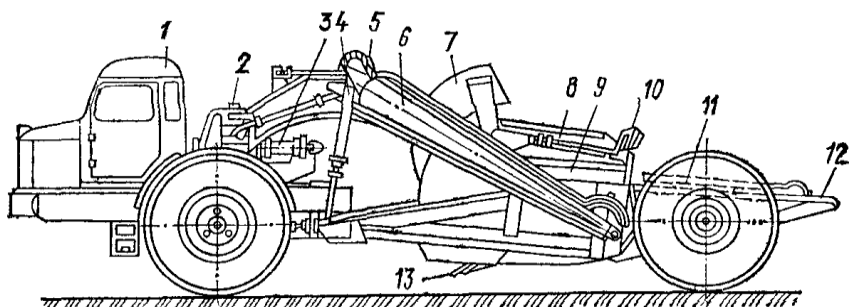


Рис. 9.11. Самохідний скрепер ДЗ – 11 П

1—одновісний тягач; 2—сідельно-зчіпний пристрій; 3, 4, 8, 11—гідроциліндри; 5—трубопроводи; 6—передня рама; 7—передня заслінка; 9—задня рама; 10—задня стінка; 12—буфер; 13—ніж

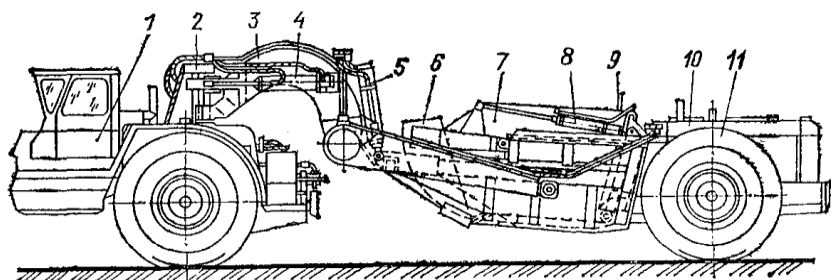


Рис. 9.12. Самохідний двомоторний скрепер ДЗ - 115

1—тягач; 2—сідельно-зчіпний пристрій; 3—хобот; 4, 5, 8—гідроциліндри; 6—заслінка; 7—ківш; 9—задня стінка; 10—додатковий двигун; 11—заднє колесо

СКРЕПЕРИ КЛАСИФІКУЮТЬ:

За місткістю ковша:

- машини малої місткості (до 5 м^3);
- машини середньої місткості ($5 \dots 15 \text{ м}^3$);
- машини великої місткості (більше 15 м^3).

За способом завантаження ковша:

- з пасивним завантаженням рушійним зусиллям зрізаного шару ґрунту;
- з примусовим завантаженням з допомогою скребкового елеватора.

За способом розвантаження ковша:

- з примусовим розвантаженням при висуванні стінки ковша вперед (основний спосіб);
- з вільним (самоскидним) розвантаженням.

За способом агрегування з тяговими засобами:

- причіпні до гусеничних тракторів і двовісних колісних тягачів;
- самохідні, агреговані з одно- та двовісними колісними тягачами.

За способом керування робочим органом:

- з канатно-блочним керуванням;
- з гідравлічним керуванням;
- з електрогідравлічним керуванням.

Скрепери, що випускаються зараз, мають гідравлічну чи електрогідравлічну систему керування робочим органом, яка забезпечує примусове опускання, підйом і розвантаження ковша, зміну глибини різання, підйом і опускання передньої заслінки ковша з допомогою гідроциліндрів двосторонньої дії. Примусове заглиблення ножів ковша у ґрунт дозволяє досить точно регулювати товщину зрізаної стружки, скорочувати час набирання ґрунту і ефективно розробляти щільні ґрунти.

Робочий процес скрепера складається з наступних послідовно виконуваних операцій: Різання ґрунту і наповнення ковша. Транспортування ґрунту у ковші до місця вкладання. Вивантаження і вкладання ґрунту. Зворотний (холостий) хід машини в забій.

Для збільшення тягового зусилля скрепера при наповненні ковша у щільних ґрунтах звичайно використовують бульдозер-штовхач. При наповненні ковша швидкість руху скреперів складає $2 \dots 4 \text{ км/год.}$, при транспортному пересуванні $0,5 \dots 0,8 \text{ км/год.}$ від максимальної швидкості трактора чи тягача.

У деяких моделях скреперів для зменшення опорів при роботі, у ковші встановлюють похилий скребковий конвеєр (елеватор) (рис. 9.13), що здійснює примусове завантаження зрізаного ножем шару ґрунту у ківш та його вивантаження. Скрепери з елеваторним завантаженням найраціональніше використовуються на сипучих ґрунтах при виконанні невеликих обсягів робіт.

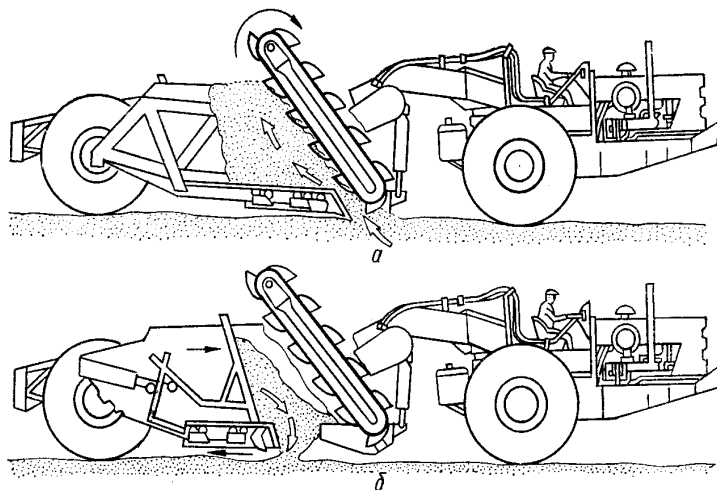


Рис. 9.13. Самохідний скрепер із примусовим завантаженням:
а–завантаження; б–розвантаження

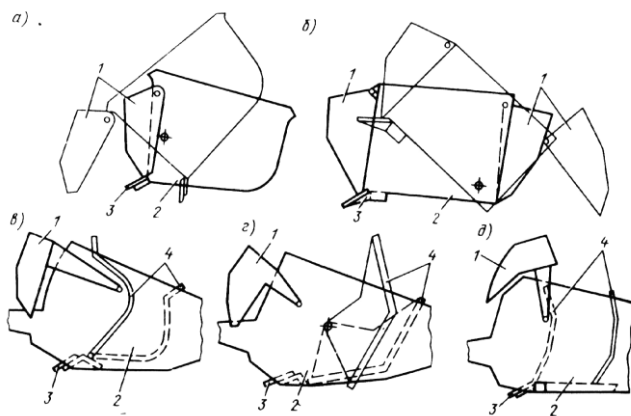


Рис. 9.14. Способи розвантаження скреперів:
а–вільне розвантажування перекиданням ковша вперед; б–назад;
в–напівпримусове переднє вивантаження; г–напівпримусове доннє
розвантаження; д–примусове розвантажування;
1–заслінка; 2–ківш; 3–підножова плита з різальними ножами;
4–розвантажувальний вузол

Причіпні до гусеничних тракторів скрепери, що володіють високою прохідністю, здатні працювати у поганих дорожніх умовах. Низькі транспортні швидкості цих машин (не більше 10...15 км/год.) обмежують економічно доцільну відстань транспортування ґрунту 500...800 м. Самохідні скрепери характеризуються вищими мобільністю, маневреністю, транспортними швидкостями (до 50 км/год.) та продуктивністю (в 1,5...2 рази) у порівнянні з причіпними тієї ж місткості.

Дальність транспортування ґрунту самохідними скреперами економічно ефективна на віддалі до 5000 м.

Система "Копір-Стабілоплан-10" (рис. 9.15) стабілізує положення різальної кромки ковша скрепера у копірному і безкопірному режимах, коли опорна площина задається променем лазера, а в якості датчика використовується фотоприймальний пристрій ФПП. Одночасно з процесом стабілізації положення різальної кромки ковша скрепера система забезпечує керування задньою стінкою ковша і захист ходового двигуна.

Автогрейдери являють собою самохідні планувально-профілювальні машини, основним робочим органом яких служить повноповоротна грейдерна лопата з ножами, встановлена під кутом до поздовжньої осі автогрейдера і розміщена між переднім та заднім мостами пневмоколісного ходового обладнання. При русі автогрейдера ножі зрізають ґрунт, а лопата відсовує його вбік.

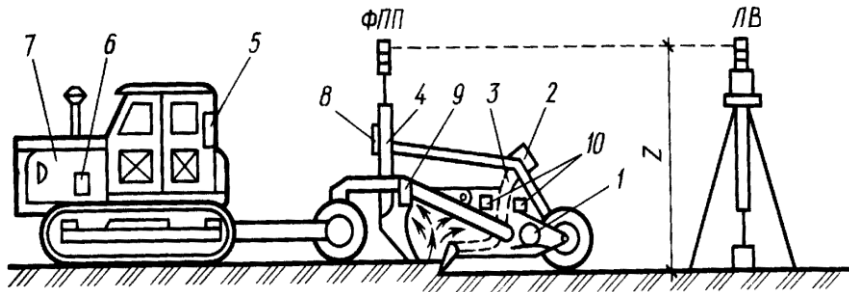


Рис. 9.15. Керування скрепером із застосуванням апаратури системи „Стабілоплан-10”: 1, 2, 8, 9-датчики; 3- задня стінка ковша; 4-штанга; 5-блок керування системою; 6-тахогенератор; 7- ходовий двигун; 10-кінцеві вимикачі

Автогрейдери застосовують для планувальних та профілювальних робіт при будівництві доріг, зведення невисоких насипів і профільних виїмок, зачищування дна котлованів, очищення доріг, будівельних площадок, міських магістралей і площ від снігу у зимовий час.

Сучасні автогрейдери конструктивно подібні і виконані у вигляді самохідних трьохосних машин з повноповоротною грейдерною лопатою, з механічною і гідромеханічною трансмісією і гідравлічною системою керування робочими органами.

АВТОГРЕЙДЕРИ КЛАСИФІКУЮТЬ:

За конструктивною масою:

- легкі (до 12 т) – до 100 кВт;
- середні (до 15 т) – 100...150 кВт;
- важкі (більше 15 т) – більше 160 кВт.

Колісна схема визначається формулою:

$A \times B \times B$,

де ***A*** - кількість осей з керованими колесами;

B - кількість осей з ведучими колесами;

B - загальна кількість осей.

Колісна схема вітчизняних автогрейдерів:

Легких **$1 \times 2 \times 3$;**

Середніх **$1 \times 2 \times 3$;**

Важких **$1 \times 3 \times 3$.**

За типом трансмісії:

- з механічною трансмісією;
- з гідромеханічною трансмісією.

За типом бортової передачі:

- у вигляді бортових редукторів (легкі і середні);
- у вигляді роздільних ведучих мостів (важкі).

Кожен автогрейдер складається з рами, трансмісії, ходового пристрою, основного і додаткового робочого обладнання, механізмів з системою керування та кабіни машиніста. Рами автогрейдерів можуть бути жорсткими і шарнірно з'єднаними. Наявність шарнірно з'єднаної рами забезпечує підвищену маневреність машини.

Основним робочим органом автогрейдерів є повноповоротна грейдерна лопата, обладнана змінними дволезовими ножами. Крім основного робочого органа автогрейдери можуть бути обладнані додатковими змінними робочими органами – бульдозерною лопатою для розрівнювання ґрунту, засипання траншей, розподілу будівельних матеріалів; видовжувачем грейдерної лопати для збільшення ширини захвату; відкісниками (закріплюються на лопаті) для планування відкосів насипів (виїмок) та очищення каналів; кірковщиком для зламування дорожніх покриттів та рихлення щільних ґрунтів.

Передні колеса автогрейдера можна встановлювати з боковим нахилом в обидва боки для підвищення стійкості руху машини при роботі на схилах і зменшення радіуса повороту.

У робочому положенні лопата входить у ґрунт ножами і при русі зрізає шар ґрунту і пересуває його в напрямку, що визначається

встановлення лопати в плані під кутом α до поздовжньої осі машини. Гідравлічна система керування робочим обладнанням автогрейдерів забезпечує підйом і опускання тягової рами з поворотним кругом і лопатою, поворот лопати разом з поворотним кругом у плані на 360° , боковий виніс лопати в обидва боки від поздовжньої осі машини, встановлення лопати під кутом β (до 18°) у вертикальній площині, боковий виніс лопати для планування відкосів під кутом γ (до 90°), а також суміщення різних положень лопати.

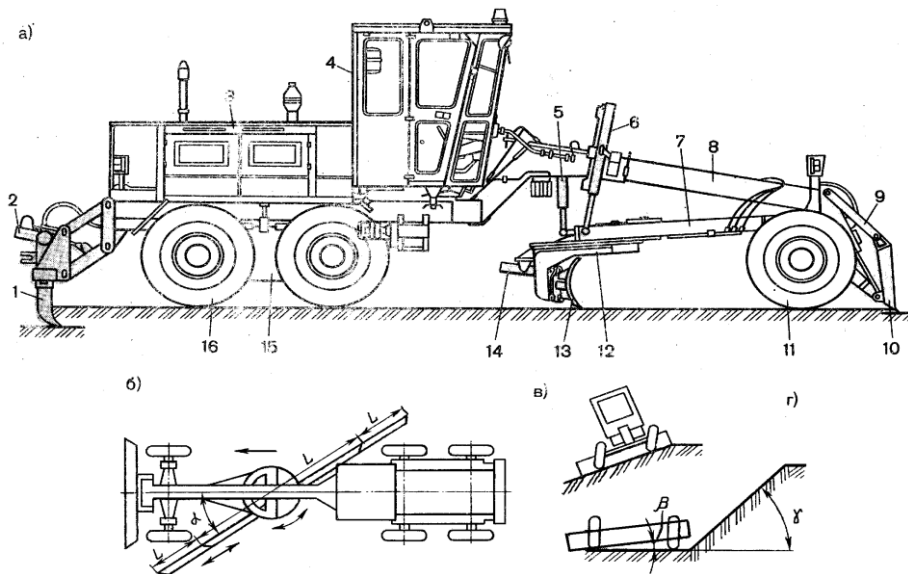


Рис. 9.16. Автогрейдер ДЗ-143.

1-кірковщик; 2-двигун; 3-кабіна водія; 4-тягова рама; 5-основна рама; 6-бульдозерна лопата; 7-керовані пневмокоlesa; 8-поворотний круг; 9-лопата; 10-чотириколісний міст

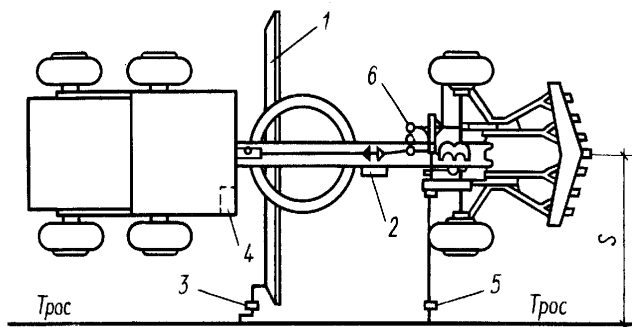


Рис. 9.17. Керування автогрейдером на базі апаратури системи "Профіль-20"

Окремі автогрейдері можуть обладнуватись автоматичною системою керування лопатою типу “Профіль”, призначеною для автоматичної стабілізації лопати у поперечному і поздовжньому напрямках, що дозволяють суттєво підвищити продуктивність машини і точність обробки поверхні. На автогрейдерів встановлюються автоматичні системи “Профіль-10”, “Профіль-20”, та “Профіль-30”. Точність встановлення лопати ± 5 кутових хвилини (або $\pm 0,15\%$).

Грейдер-елеватори належать до машин неперервної дії. Вони пошарово зрізають ґрунт і подають його на віддаль у декілька метрів або безпосередньо до місця вкладання, чи в транспортні засоби. Вирізання ґрунту проводиться ножем, а його переміщення – стрічковим транспортером. Грейдер-елеватори застосовують для зведення невисоких насипів автомобільних та залізничних шляхів переважно в рівнинній місцевості, влаштування виїмок та каналів. Вони є найпродуктивнішими машинами.

КЛАСИФІКАЦІЯ:

За типом робочого органа:

- грейдер-елеватори з дисковим ножом;
 - грейдер-елеватори з системою прямих чи напівкруглих ножів.
- Дискові ножі можуть бути неповоротними або поворотними.

За розміщенням транспортера:

- Грейдер-елеватори з поперечним розміщенням транспортера;
- Грейдер-елеватори з діагональним розміщенням транспортера.

Крім того, деколи ці машини обладнуються поворотними транспортерами чи ґрунтометами. Грейдер-елеватори із системою прямих і напівкруглих ножів і діагональним розміщенням транспортерів називаються **стругами** чи **діагональними грейдер-елеваторами**.

За способом агрегування:

- причіпні;
- напівпричіпні;
- начіпні;
- самохідні.

Ходовим пристроєм є колеса з пневматичними шинами. Начіпні машини виконуються у вигляді змінного обладнання до автогрейдерів. Самохідні грейдер-елеватори звичайно виконуються з використанням одновісних тягачів і рідше мають спеціальний ходовий пристрій та силовий привід.

За типом приводу:

- машини з механічною трансмісією;
- з гідроприводом;
- з багатодвигуновим дизель-електроприводом.

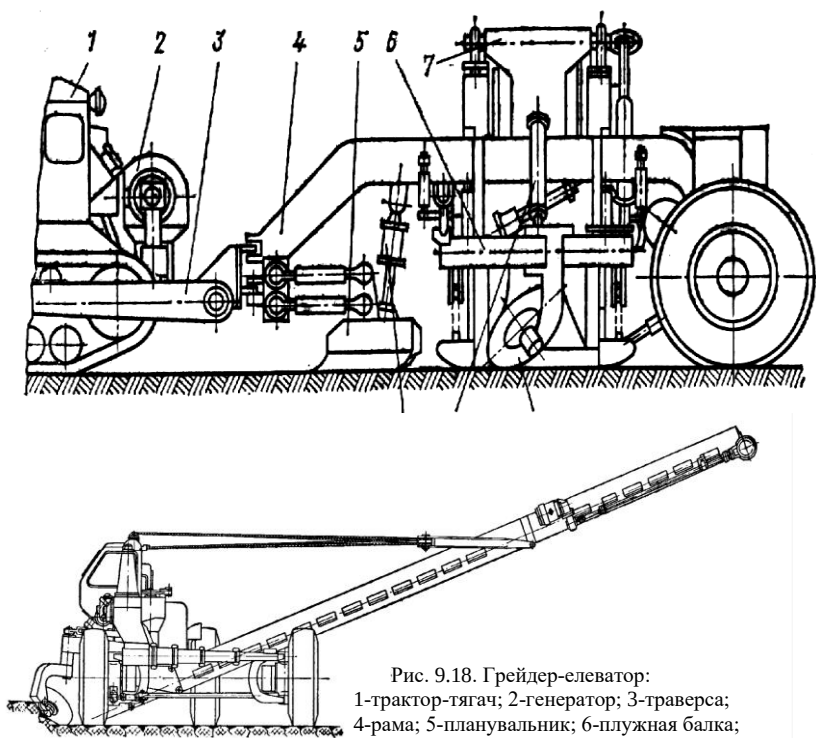


Рис. 9.18. Грейдер-елеватор:
1-трактор-тягач; 2-генератор; 3-траверса;
4-рама; 5-планувальник; 6-плужная балка;
7-транспортёр; 8-дисковий ніж; 9-гідроциліндр
керування дисковим ножом; 10-гідроциліндр
керування планувальником

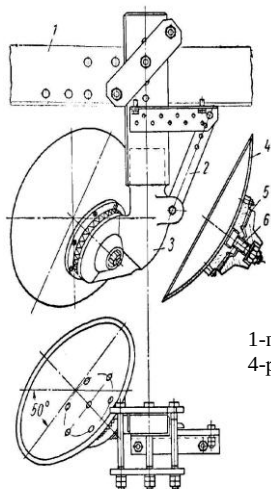


Рис. 9.19. Дисковий сферичний ніж грейдер-елеватора:
1-плужная балка; 2-підкіс; 3-дискотримач;
4-ріжучий диск; 5-сполучний диск; 6-центральный болт

Найефективніше використання грейдер-елеваторів при розробці зв'язних ґрунтів. На сипучих та сирих (з вологістю більше 25 %) ґрунтах їх продуктивність невисока.

Ґрунти I – III категорій розробляються без попереднього розрихлення, IV категорії попередньо розрихлюють. Мерзлі ґрунти, глибина промерзання яких більша 0,15 м, повинні попередньо розрихлюватись на всю глибину.

Машини для ущільнення дорожніх основ і покриттів

До числа матеріалів, які підлягають ущільненню при влаштуванні дорожніх основ, відносяться піски, піщано-гравійні суміші та щебінь. Всі ці матеріали є незв'язними, що складаються з окремих часток, крупність яких знаходиться в межах від 0,05 до 2 мм у пісків і від 2 до 60-80 мм у гравійних сумішей і щебеню. При ущільненні відбувається зближення частинок і їх взаємна заклинка. Ущільненню перешкоджають сили тертя, що розвиваються на контактах частинок, а також наявність зчеплення на цих контактах. Завдяки тому, що таких контактів безліч і сили опору взаємному зсуву часток різні, при дії навантаження такі зсуви не відбуваються у всіх місцях одночасно, а встановлюється якась їх черговість. При цьому в першу чергу зміщення відбуваються там, де опір мінімальний. Після збільшення навантаження зміщення з'являється в нових місцях. Такий характер деформації створює враження наявності між частинками в'язких зв'язків, хоча насправді вони відсутні. Тому ущільнення шарів цих матеріалів не відбувається за одноразове прикладення циклічного навантаження. Для завершення процесу навантаження має прикладатися багаторазово.

Для дорожніх покриттів застосовуються асфальтобетонні суміші, бітумінеральні суміші і цементобетон. Наявність такого в'язучого матеріалу, як бітум, корінним чином змінює властивості щебеню та гравію, які є у складі асфальтобетону і бітумінеральних сумішах тим скелетом, який сприймає навантаження.

Наявність бітуму призводить до утворення між частинками мінерального матеріалу досить міцних і разом з тим в'язких зв'язків. Тому ці матеріали відносяться до пружно-в'язко-пластичних матеріалів і для свого ущільнення вимагають багаторазового прикладання циклічних навантажень. Властивості асфальтобетонних та бітумінеральних сумішей у великій мірі залежать від температури. Зазвичай укладання й ущільнення гарячих сумішей відбувається при температурі 60 -120 °С. Укладання теплих сумішей, приготовлених на менш в'язких і рідких бітумах, проводиться при більш низьких температурах. У міру ущільнення зважаючи на падіння температури сумішей в'язкість підвищується на кілька порядків, і тому особливо важливо йти до більш значного охолодження суміші встигнути ущільнити її до необхідної щільності. В іншому випадку ущільнення взагалі стає неможливим. При виборі параметрів машин, які

служать для ущільнення цих матеріалів, особливо важливо мати на увазі швидке збільшення опорів сумішей зовнішнім навантаженням, які відбувається не лише з огляду на зближення окремих частинок і утворення більш щільної структури, а й через безперервне охолодження суміші.

В даний час з огляду високих швидкостей руху автотранспорту пред'являються підвищені вимоги до рівності поверхні дорожніх покриттів. Ця рівність в значній мірі залежить від якості ущільнення покриття. Отже, машини для ущільнення повинні відповідати певним вимогам. Ці вимоги в першу чергу стосуються інтенсивності дії робочих органів машин на шар матеріалу, що ущільнюється. При надмірно високих питомих тисках на поверхнях контактів робочих органів з матеріалом буде мати місце його пластичне видавлювання з-під робочих органів, що при ущільненні тягне за собою ще й хвилеутворення, що значно погіршує рівність поверхні. Слід зазначити, що всі дорожньо-будівельні матеріали укладаються і ущільнюються шарами, товщини яких іноді дуже незначні. Тому напруження, що розвиваються під робочими органами не локалізується усередині шару, а передаються на його основу, яка може бути слабкою. У цих випадках зайві інтенсивні дії спричиняють нерівності вже не тільки поверхні шару, що ущільнюється, а й його основи, що значно погіршить якість роботи. Разом з тим при незначних питомих навантаженнях не буде досягнута необхідна щільність шару, що ущільнюється. Звідси можна зробити висновок, що при ущільненні дорожніх основ і покриттів тиску під робочими органами машин повинні бути оптимальними. З огляду на те, що опір матеріалів у процесі їх ущільнення зростає, повинні також зростати і питомі навантаження. Тому ще навіть більшою мірою, ніж у випадку ґрунтів, стає актуальним попереднє ущільнення матеріалів більш легкими засобами. Ущільнення дорожніх основ і покриттів може здійснюватися укатуванням і вібраційними методами. Застосовувані для цього засоби механізації можуть бути розділені на котки та вібраційні машини. Котки влаштовують, як правило, самохідними, але бувають і причіпні. Вони можуть бути з гладкими вальцями, кулачковими і на пневматичних шинах.

Ґрунтовий коток - один з головних "персонажів" на укладанні земляного полотна та щебеневої основи. Його застосовують при ущільненні базового шару з природного або привізного ґрунту, попередньо підданого гомогенізації і стабілізації мінеральними і органічними вяжучими. Ці заходи істотно збільшують несучу здатність базового шару, а отже, дають можливість зменшити висоту земляного полотна і обсяг робіт з його зведення. Потім коток ударно трудиться на ущільненні земляного полотна, щебеневої основи і довгих пологих укосів для поліпшення стоку води. На своєму життєвому шляху коток долає багато труднощів, ущільнюючи різні за гранулометричним складом, міцністю, зв'язністю і вологістю ґрунти. Йому доводиться пускатися на хитрощі: міняти свою масу, форму вальця, число проходів, швидкість, застосовувати вібрацію.



*Рис. 9.20. Коток з кулачковим вальцем (грунтовий):
а) самохідний, б) причіпний*

На деяких гладких котках один з вальців за допомогою спеціального механізму вводиться в стан коливальних рухів. Такі котки називаються вібраційними на відміну від звичайних, так званих котків статичної дії. Остання назва умовна, тому що при роботі цих котків на поверхні матеріалів, що ущільнюються, розвиваються циклічні навантаження з високою швидкістю зміни напруженого стану. Тому ці котки ніяк не можна назвати статичними.



Рис. 9.21. Пристрій механізму вібрації вальця

На відміну від котків із гладкими вальцями котки на пневматичних шинах не дроблять щебін і тому можуть ущільнювати суміші, складені зі слабких кам'яних матеріалів. Крім того, при русі пневмокотків матеріал, що ущільнюється отримує більш рівномірне обтискання, тому схильність його до хвилеутворення менша, ніж при котках із гладкими вальцями, що допускає більш високі швидкості руху. Особливо ефективні ці котки при ущільненні асфальтобетонних сумішей з високим вмістом щебеню.



Рис. 9.22. Пневматичний дорожній коток

Котки на пневматичних шинах з успіхом застосовують також при ущільненні щебневих і гравійних дорожніх основ. Піщані основи можуть бути ущільнені цими котками при зниженні тиску в шинах.

При русі котків поверхня ущільнювального матеріалу піддається впливу циклічних навантажень. Асфальтобетонні суміші укладаються тонким шаром 4-8 см, тому при перекочуванні валець котка деформує не тільки сам шар, але і його основу. Тому при розрахунку напружень слід приймати якийсь еквівалентний модуль деформації, який менше модуля основи і дещо більший модуля гарячого асфальтобетону. Еквівалентний модуль деформації на початку ущільнення дорівнює $20 - 25 \text{ кН/см}^2$, а в кінці - $50-80 \text{ Н/см}^2$.

При ущільненні дорожніх основ і покриттів котками на пневматичних шинах тиск у них на початку укладання встановлюється рівним $0,2-0,3 \text{ Н/см}^2$, а в кінці укладання - $0,55-0,6 \text{ Н/см}^2$. У міру ущільнення шару матеріалу його опір зовнішньому навантаженню поступово підвищується, а отже, знижується з кожним проходом глибина занурення вальця котка. Це, з одного боку, веде до безперервного підвищення максимальних напружень, що розвиваються на поверхні контакту, а з іншого - знижує глибину активної зони.

По величині питомого лінійного тиску котки поділяються на:

- Легкі - з питомим тиском менше 4 Н/см , масою 5 т і двигуном потужністю до 25 к.с. ;
- Середні - з питомим тиском $4-6 \text{ Н/см}$, масою $6-10 \text{ т}$ і двигуном потужністю $30-40 \text{ к.с.}$;
- Важкі - з питомим тиском більше 6 Н/см , масою більше 10 т і двигуном потужністю більше 40 к.с. ;

Легкі котки застосовуються для попередньої укатки основ і покриттів, а також для ущільнення тонкошарового піщаного асфальтобетону на

тротуарах, велосипедних доріжках і т. п. Середні котки служать для проміжного ущільнення основ і покриттів, а також для остаточного ущільнення удосконалених покриттів полегшеного типу. Важкі котки служать для остаточного ущільнення гравійних і щебеневих основ і асфальтобетонних покриттів.

За к-стю і розташуванням вальців котки розділяються на (рис. 9.23):

1. одновальцеві (рис. 9.23, а), а також одновальцеві з підтримуючими вальцями (рис. 9.23, б) або колесами (рис. 9.23, в);
2. двухвальцеві з одним (рис. 9.23, г) або двома ведучими вальцями;
3. трохвальцеві двохосьові (рис. 9.23, д);
4. трохвальцеві двовісні з додатковим вальцем малого діаметра (рис. 9.23, е);
5. трохвальцеві тривісні з одним (рис. 9.23, ж) або трьома (рис. 9.23, з) ведучими вальцями.

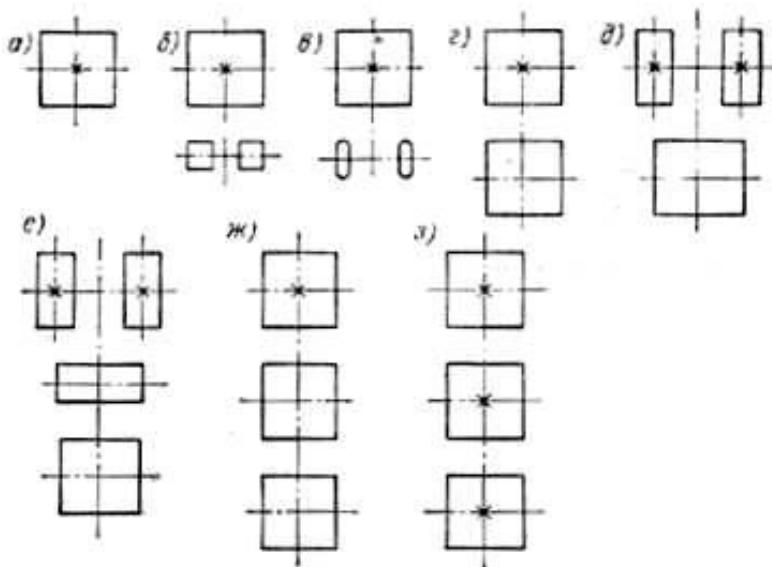


Рис. 9.23. Схеми розташування вальців катків у плані

Одновальцеві котки відносяться до легкого типу. При відсутності підтримуючих вальців або коліс двигун і трансмісія розташовані всередині вальця, а важелі управління винесені на рукоятку дишла, за допомогою якого вручну виконуються повороти котка. Підтримуючі вальці або колеса роблять керованими; за їх допомогою і виконуються повороти котка.

Двухвальцеві котки (тандем) мають вальці однакової ширини і бувають легкого, середнього і важкого типів. Найбільш досконалим типом є коток з двома ведучими вальцями. У цьому випадку ведучі вальці іноді

виконуються дещо більшого діаметру, ніж ведені. Один з вальців за допомогою спеціального механізму може повертатися навколо вертикальної осі, чим досягається поворот котка. У зв'язку з поворотами ширина вальців не може бути обрана надто великою, тому що в протилежному випадку на поверхні покриття з'являються дефекти, і звичайно обмежується 1300 мм. Катки цього типу зручні в експлуатації і тому отримали велике поширення.

Трьохвальцеві двохосові котки виконуються середнього і важкого типів. Задні ведучі вальці мають діаметр приблизно в 1,5 рази більший, ніж передній, і через них передається 2 / 3 ваги ковзанки. Тому питомий лінійне тиск тут в 2 рази більше, ніж під переднім вальцем. Ущільнення матеріалу проводиться в основному задніми вальцями, а вплив переднього вальця, який є напрямним, в розрахунок не приймається. Задня вісь забезпечена диференціалом, що дозволяє легко проходити по кривим малого радіусу без пошкодження покриття, що ущільнюється. Ширина переднього вальця робиться таким, щоб при русі котка його слід перекривався задніми вальцями. Коток має хорошу поперечну стійкість, і, крім того, таке розташування вальців сприяє вдалому компонуванню окремих агрегатів, завдяки чому доступ до них полегшується. Великим недоліком котків цього типу є велика складність в організації роботи. Тут при максимальній кількості проходів дуже важко забезпечити необхідну і однакову щільність шару по всій ширині дорожньої основи або покриття; зазвичай кількість проходів тут більше, ніж при котках типу тандем. Тому ці котки поступово витісняються котками типу тандем.



Рис. 9.24. Одновальцевий коток

Трьохвальцеві тривісні котки мають вальці однакової ширини і виконуються важкого і, рідше, середнього типів. Найбільш досконалим є коток з усіма ведучими вальцями. Тут якість роботи є найбільш високою, і тому вони знаходять все більше застосування.

Котки відносяться до числа найбільш старих і разом з тим широко розповсюджених дорожньо-будівельних машин. Багаторічний досвід їх експлуатації дозволив виробити техніко-експлуатаційні вимоги до їх конструкції:

1. вони повинні забезпечувати отримання необхідної щільності і рівності поверхні;
2. повинні бути пристосовані до перевезення на трейлерах; необхідно мати можливість регулювати вагу котка;
3. оператор повинен мати хороший огляд при русі як вперед, так і назад;
4. оберти двигуна повинні регулюватися на всіх режимах роботи, а сам двигун повинен бути пристосований до роботи при великій запиленості повітря і температурі до $+50^{\circ}\text{C}$;
5. необхідно передбачити однакову кількість швидкостей руху котка як вперед, так і назад;
6. необхідно мати можливість гальмування котка з вимкненням двигуном на ухилі $i = 0,25$;
7. коток повинен бути повороткий; рушення з місця, зупинка і реверсування руху повинні бути плавними;
8. зусилля на важелях управління не повинно бути більше 0,4 Н.

Поверхня вальців ковзано́к, призначених для ущільнення асфальтобетону, повинна бути високої якості і щоб уникнути налипання на них асфальтобетонної маси змазуватися сумішшю мазуту з гасом або з нафтою. Конусність вальців і різниця в їх діаметрах допускається не більше 3 мм.

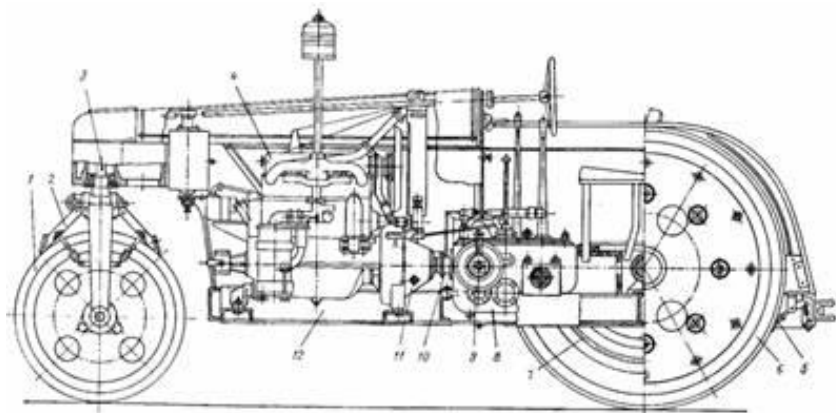


Рис. 9.25. Трьохвальцевий двовісний коток

Загальна конструктивна схема котка і приблизна компоновка його агрегатів видно з рис. 9.25. Передній направляючий валець 1 зазвичай роблять здвоєним, що полегшує його поворот в горизонтальній площині. На задні вальці котка 6 зазвичай припадає більше навантаження, ніж на передній валець, тому вони мають більший діаметр. Для очищення вальців від налиплого матеріалу служать скребки 2 і 5. Вальці можуть бути литими зі сталі або чавуну або зварними. За своєю конструкцією вони можуть бути цілісними або розбірними. Для підвищення ваги котка до дисків розбірних вальців зазвичай причіплюють литі чавунні сектори. Передній валець зазвичай має можливість нахилитися в вертикальній площині на кут до $30-35^\circ$, що досягається введенням в конструкцію кріплення вальця до рами котка 12 вилки, яку шарнірно (за допомогою пальця) з'єднують зі шкворнем 3. Це дозволяє наїжджати однією стороною вальця на нерівності покриття.

В якості двигуна 4 зазвичай служить дизель, вісь якого перпендикулярна або паралельна осі котка. Поперечне розташування двигуна характерно для двовісних двовальцевих котків.

Трансмісії котків виконуються механічними або гідромеханічними. Останні можуть бути гідростатичними і з турботрансформаторами. Наявність урботрансформатора забезпечує плавне реверсування руху, що сприяє отриманню рівній поверхні і сталості режиму роботи двигуна. Всі катки мають коробку передач 8, реверсивний механізм 9 і бортові передачі 7. На котках, де двигун має муфту зчеплення, реверсивний механізм може встановлюватися як до коробки передач, так і після неї. При відсутності муфти зчеплення реверсивний механізм встановлюється перед коробкою. Взагалі реверсивний механізм переважно розміщується після коробки передач, так як в цьому випадку трансмісія краще захищена від перевантажень.

Реверсивний механізм зазвичай забезпечується двома фрикційними дисковими муфтами і складається з конічних або циліндричних шестерень. Управління відбувається одним важелем, причому є три положення: нейтральне і включення правої або лівої муфти.

Бортова передача призначена для передачі крутного моменту на провідні вальці котка. Найбільшого поширення набули передачі з циліндричними шестернями. Крутний момент від двигуна до коробки передач передається муфтою 10.

Рульове управління служить для поворотів котка. Для здійснення повороту приводиться в обертання шворінь. В результаті зв'язаний з цим шворнем валець повертається в горизонтальній площині. Привід рульового управління може бути ручним, механізованим і гідравлічним. При ручному і механізованому управлінні передача обертального руху шворня від штурвала або приводу здійснюється через черв'ячну пару. Іноді в кінематичний ланцюг додатково включається ще конічна пара. При

гідравлічному приводі шворінь через насаджений на нього важіль з'єднується зі штоком гідравлічного циліндра. Вибір приводу рульового механізму залежить від сил, що розвиваються при повороті переднього вальця. Якщо ці сили настільки великі, що, незважаючи на постановку механізму з великим передавальним відношенням, необхідне зусилля на штурвалі все ж перевищує допустиму межу (5 - 8 Н), то рульове керування потрібно механізувати.

На рівність поверхні впливає число вальців котка, відстань між ними, їх діаметр, а також розподіл ваги між вальцями. Найвища рівність поверхні відповідає трьохвальцевим коткам типу тандем, тобто коткам з послідовним розташуванням вальців, особливо якщо всі вони є ведучими. Такі котки зазвичай називають котками безхвильового укочування. Якщо в конструкції є ведені вальці, то для підвищення рівності покриття навантаження на них повинна бути менше, ніж на ведучі вальці. Рівність підвищується при зростанні бази котка, тобто при збільшенні відстані між осями вальців, однак при надмірно великій базі через підвищення радіуса повороту погіршується маневреність котка.

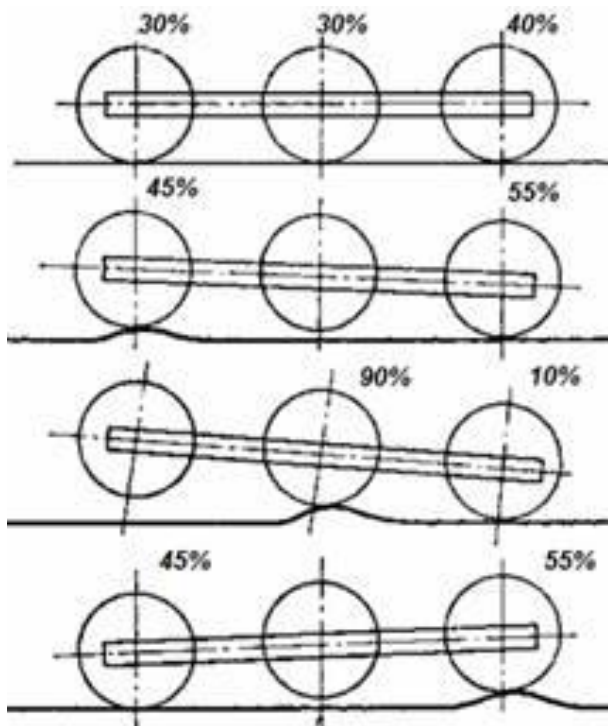


Рис. 9.26. Схема розподілу маси трьохвальцевого котка при наїзді на нерівності

На рис. 9.26 показано процентний перерозподіл ваги між вальцями трьохвальцевого котка при наїзді на нерівності. Як видно з наведеної схеми, при наїзді на нерівність навантаження на валець підвищується, що особливо відно-ситься до середніх вальців. Підвищення тиску сприяє усуненню цієї нерівності.

Вальці повинні вибира-тися більшого діаметра. Чим більший діаметр вальців, тим більшою може бути обрана товщина шару, матеріалу, що ущільнюється і тим менша глибина колії, що зменшує опір руху, а отже, і хвилеутворення. Це правило повинне особливо поширюватися на котки, призначені для ущільнення щебеневих і гравійних матеріалів, де товщина шару, що ущільнюється значна. Верхня межа діаметра вальця обмежена конструктивними міркуваннями.

Щоб уникнути хвиле утворення, перші проходи по ще пухкому матеріалу повинні проводитися на малій швидкості (2,0-2,5 км/год), а наступні (для підвищення продуктивності) - на більш високій швидкості (4-12 км/год). При зміні напрямку руху утвориться нерівність. Тому до пристрою реверсів котків, призначених для ущільнення асфальтобетону, пред'являються підвищенні вимоги. Реверсивні механізми повинні забезпечувати швидку, але плавну зміну напрямку руху котка. Для поліпшення рівності поверхні підвищують швидкості уочування до 8-12 км/год. Це дозволяє подовжити одночасно оброблювані ділянки і тим самим знизити число реверсувань.

Виробники пропонують подібні за характеристиками модельні ряди котків. Так, у компаній Caterpillar, Hamm і Bomag є по 10 моделей масою від 3 до 25 т: у Caterpillar це машини масою 5, 7, 11, 12, 14, 15, 17 і 19 т; у Hamm - 5, 7, 11, 12, 14, 16, 18, 20 і 25 т; лінійка Bomag з кроком практично в 1 т - машини масою 3, 5, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 25 і 26 т.



Рис. 9.27. Робоче місце оператора котка Bomag

Сучасні катки стають досконаліші з кожним роком (Рис. 9.27). Двоконтурна гідросистема подає незалежні потоки робочої рідини до моторів вальця і заднього моста. Таким чином, при пробуксовці вальця тяга на колесах не змінюється, і каток продовжує рух. При пробуксовці одного колеса блокується диференціал підвищеного тертя, зберігаючи повну тягу на іншому колесі. Вібраційний механізм включає два ексцентрика, поміщених на центральну вісь. У так званому "стручковому ексцентрику" у внутрішню порожнину насипана дріб. При обертанні в одну сторону дріб перекочується в сторону, протилежну вантажу, частково компенсуючи його масу і скорочуючи амплітуду коливань до мінімальної.

Екскаватори

Екскаватори являють собою самохідні землерийні машини, призначені для копання та переміщення ґрунту.

РОЗРІЗНЯЮТЬ:

- **одноковшові** екскаватори періодичної (циклічної) дії з основним робочим органом у вигляді ковша певної місткості;
- **екскаватори** неперервної дії з багатоковшовими та фрезерними (безковшовими) робочими органами.

Одноковшові екскаватори здійснюють роботу окремими, багатократно повторюваними циклами, на протязі яких операції копання і переміщення ґрунту виконуються роздільно і послідовно. У процесі роботи машина періодично переміщається на невеликі віддалі. Екскаватори неперервної дії копання і переміщення ґрунту здійснюють одночасно і постійно. Їх продуктивність вища.

За призначенням *одноковшові екскаватори* поділяють на:

- *будівельні універсальні* для земляних завантажувально-розвантажувальних робіт у будівництві;
- *кар'єрні* – для розробки кар'єрів будматеріалів, рудних та вугільних родовищ;
- *кришильні* для розробки корисних копалин відкритим способом.

Багатоковшові екскаватори поділяють на:

- *машини поздовжнього копання* – для утворення довгих виїмок прямокутного та трапецієподібного профілю (траншей) під трубопроводи і комунікації (траншейні), каналів і водогонів (канавокопачів).
- *поперечного копання* для кар'єрних, планувальних і меліоративних робіт;
- *радіального копання* – для кришильних і кар'єрних робіт великого об'єму.

У промисловому та цивільному будівництві переважно застосовуються одноковшові будівельні та траншейні екскаватори.

ОДНОКІВШЕВІ БУДІВЕЛЬНІ ЕКСКАВАТОРИ

Будівельними називають одноковшові універсальні екскаватори з основними ковшами місткістю 0,25...2,5 м³, обладнані різними видами змінного робочого обладнання.

Будівельні екскаватори призначені для земляних робіт в ґрунтах I – IV категорій.

Основними частинами будівельних екскаваторів є гусеничне чи пневмоколісне ходове обладнання, поворотна платформа з розміщеними на ній силовою установкою, механізмами, системою керування і кабіною машиніста та змінне робоче обладнання. Поворотна платформа спирається на ходовий пристрій через уніфікований роликовий опорно-поворотний круг і може повертатись відносно нього у горизонтальній площині.

Одноковшові будівельні екскаватори класифікують за наступними ознаками:

За типом ходового пристрою:

- гусеничні з нормальною і збільшеною опорною поверхнею гусениць;
- пневмоколісні;
- на спеціальному шасі автомобільного типу;
- на шасі вантажного автомобіля чи трактора.

За типом приводу:

- з одномоторним (механічним чи гідромеханічним);
- з багатомоторним (гідравлічним та електричним).

За виконанням опорно-поворотного пристрою:

- *повноповоротні* (кут повороту робочого обладнання в плані не обмежений);
- *неповноповоротні* (кут повороту робочого обладнання в плані обмежений 270°).

За способом підвіски робочого обладнання:

- з гнучкою підвіскою на канатних ах;
- з жорсткою підвіскою з допомогою гідроциліндрів.

За видом виконання робочого обладнання:

- з шарнірно-важільним робочим обладнанням;
- з телескопічним робочим обладнанням.

Крім перерахованих ознак будівельні екскаватори відрізняються між собою розмірами, масою, потужністю та місткістю ковшів.

Індексация будівельних екскаваторів

В індексі одноковшових будівельних екскаваторів, випущених до 1971р. вказуються номінальна для даної моделі місткість основного ковша, порядковий номер моделі і модернізація (наприклад, Е-652 Б – екскаватор з основним ковшем місткістю 0,65 м³, модель 2, що пройшла другу [2] модернізацію).

Діюча система індексації передбачає наступну структуру (рис. 9.28).

Номер розмірної групи позначається цифрами 1...8. Розмір екскаватора характеризують маса машини, потужність основного двигуна, а також геометрична місткість основного ковша. На даний час серійно випускають екскаватори 2...6-ої розмірних груп. У стандартах на екскаватори для кожної розмірної групи як правило наводяться декілька місткостей ковшів – основного і змінних підвищеної місткості, причому для останніх передбачені менші лінійні параметри роботи і слабші ґрунти, ніж при роботі з основним ковшем. **Основним** вважається ківш, яким екскаватор може розробляти ґрунт IV категорії на максимальних лінійних робочих параметрах (глибина і радіус копання, радіус і висота вивантаження і т. п.).

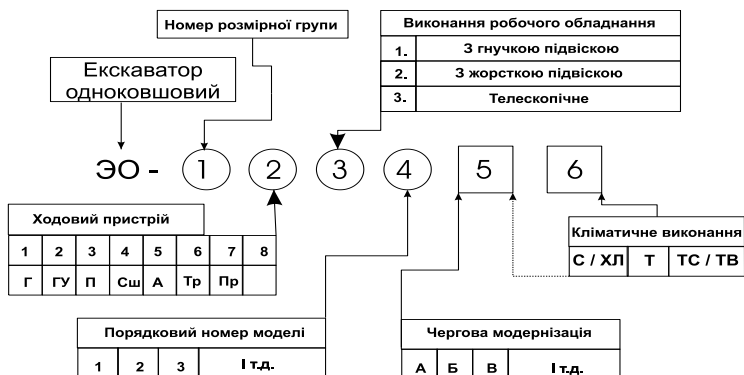


Рис. 9.28. Індексація будівельних екскаваторів

Місткість основних ковшів:

2-га розмірна група 0,25...0,28 м³;

3-тя розмірна група 0,40...0,65 м³;

4-та розмірна група 0,65...1,00 м³;

5-та розмірна група 1,00...1,60 м³;

6-та розмірна група 1,60...2,50 м³;

7-ма розмірна група 2,50...4,00 м³.

Тип ходового пристрою позначають цифрами від 1 до 9:

1-гусеничний ходовий пристрій (Г);

2-гусеничний розширений (ГУ);

3-пневмоколісний (П);

4-спеціальне шасі (СШ);

5-шасі вантажного автомобіля (А);

6-шасі серійного трактора (Тр);

7-причіпний ходовий пристрій (Пр);

8,9-резерв.

Екскаватори з гнучкою підвіскою робочого обладнання

Це повноповоротні машини з одномоторним та багатомоторним (дизель-електричним) приводом. На поворотній платформі таких машин змонтована двонога опорна стійка, яка несе стрілопідйомний.

Основними видами змінного робочого обладнання цих машин є **пряма і зворотна лопата, драглайн, грейфер і кран** (Рис. 9.29). Крім вказаних видів є обладнання для занурення паль шпунта, планування і зачищення майданчиків і відкосів, засипання траншей, корчування пеньків, рихлення мерзлих і скельних ґрунтів, зламування дорожніх покриттів, руйнування старих фундаментів споруд і стін та ін.

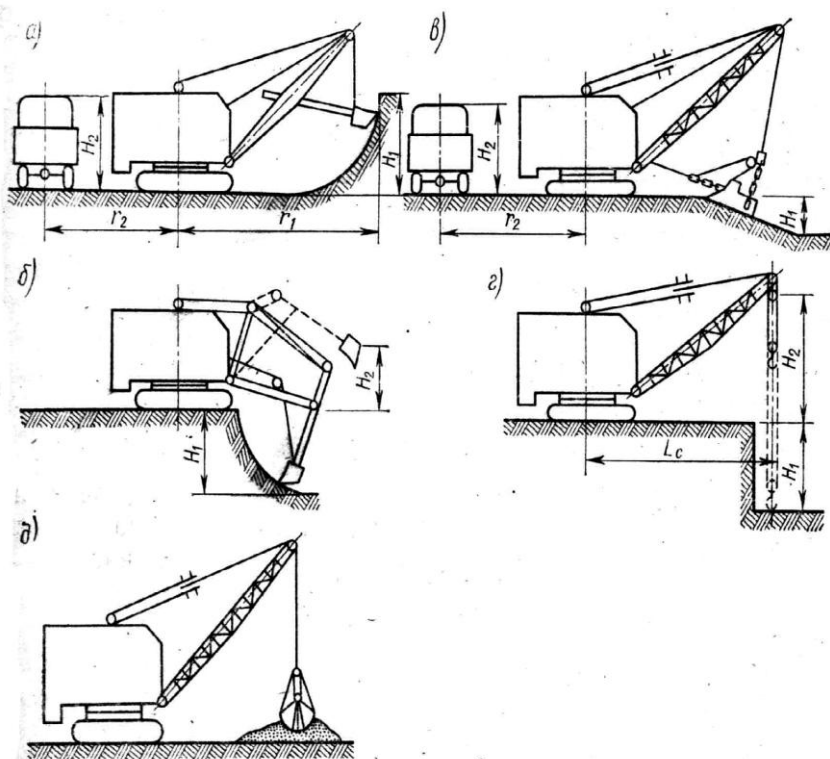


Рис. 9.29. Основні види робочого устаткування одноковшових екскаваторів:
а-пряма лопата; б-зворотна лопата; в-драглайн; г-кран; д-грейфер; H_1 -висота (глибина) копання;
 H_2 -висота (розвантаження) підйому; r_1 -радіус копання; r_2 -радіус розвантаження

Екскаватор з прямою лопатою (рис. 9.29, а) розробляє ґрунт в забої, розміщеному вище рівня стоянки машини. Вивантаження ковша здійснюється відкриванням його днища.

Екскаватор із зворотною лопатою (рис. 9.29, б) призначений для викопування траншей і невеликих котлованів, розташованих нижче рівня його стоянки. Наповнення ковша, що вривається у ґрунт під дією ваги робочого обладнання, проходить при підтягуванні до екскаватора тяговим поліспастом і одночасним послабленням натягу підйомного поліспаста.

Екскаватор із драглайном (рис. 9.29, в) розробляє ґрунт нижче рівня своєї стоянки і застосовується для копання котлованів, водойм і траншей, а також для розробки різних виїмок під водою.

Екскаватор із грейферним обладнанням (рис. 9.29, д) застосовують при навантаженні і вивантаженні сипучих і дрібнокускових матеріалів, очищенні траншей і котлованів від обвалів ґрунту і снігу, для викопування криниць і вузьких глибоких котлованів в легких ґрунтах, а також для відривання траншей під водою.

Екскаватор з крановим обладнанням (рис. 9.29, г) – екскаватор-кран використовують на різноманітних монтажних і завантажувально-розвантажувальних роботах.

Робочий цикл екскаватора, обладнаного **прямою лопатою** (рис. 9.30), складається з наступних операцій: опускання рукояті 5 з ковшем 4 до підосви забою (положення А і Б); підйом ковша до голови стріли 3 канатом 2 лебідки 1 з одночасним висуванням напірним механізмом 6 рукояті 5 для забезпечення копання (положення В); виведення ковша із забою після його наповнення втягуванням рукояті з наступним поворотом платформи і висуванням ковша для встановлення його над місцем розвантаження (положення Г і Д); розвантаження ковша відкриванням днища (положення Е); поворот платформи для повернення ковша у вихідне положення.

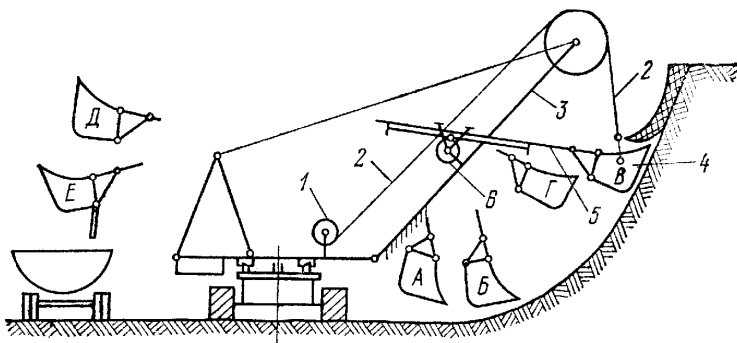


Рис. 9.30. Робочий цикл екскаватора, обладнаного прямою лопатою

Ківш прямої лопати (рис. 9.31) складається з чотирьох стінок і відкидного днища 5. Передня стінка обладнується змінними зубами 3, виготовленими із зносостійкої сталі. Днище закривається на засув 4. Цей засув при розвантаженні виймається ланцюгом 6 і канатом 9, з'єднаним, як правило, зі спеціальним барабаном.

Коли на початку копання ківш опускається передньою стінкою вниз, днище під власною вагою закривається, а потім входить і засув.

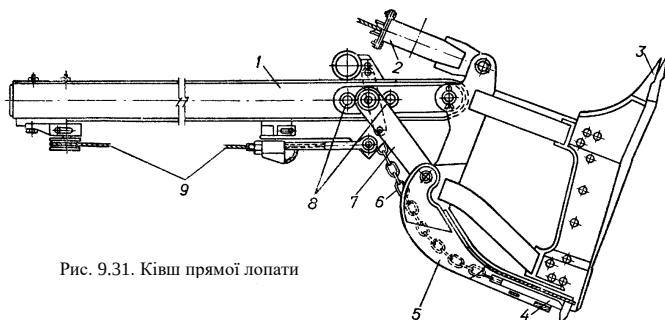


Рис. 9.31. Ківш прямої лопати

Робочий цикл екскаватора зі **зворотною лопатою** (рис. 9.32) здійснюється в наступному порядку: ківш 6 разом із рукояттю 5 і стрілою 8 опускається до підшви забою (положення А) поступовим розмотуванням з барабана лебідки підйомного каната 2, що проходить через блоки 3 і 4 і утворює з ними підйомний поліспаст; ківш заповнюється ґрунтом з допомогою тягового каната 7 при ослабленому (або злегка загальмованому) підйомному поліспасті; підйомним поліспастом стріла разом з рукояттю і

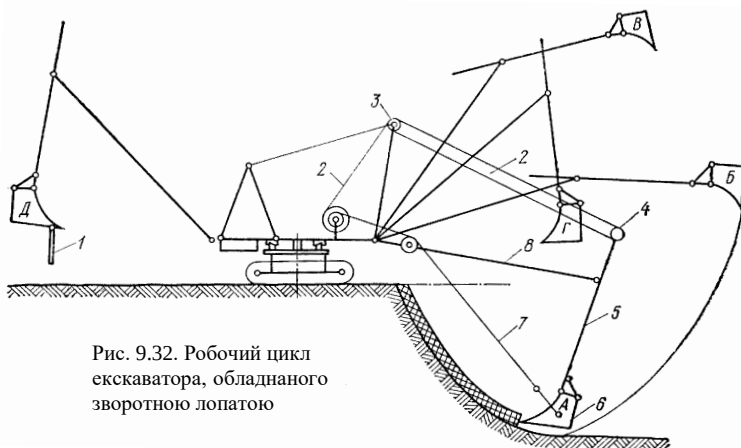


Рис. 9.32. Робочий цикл екскаватора, обладнаного зворотною лопатою

ковшем піднімається при загальмованому тяговому канаті (положення Г), після чого екскаватор повертається до місця розвантаження; для розвантаження ґрунту відкривається днище 1 або перекидається ківш 6 (положення В) підтягуванням підйомного каната при опущеному тяговому; екскаватор повертають у вихідне положення.

Ківш 6 (рис. 9.33) **екскаватора-драглайна** являє собою відкритий спереду і зверху совок, підвішений на ланцюгах 7 до підйомного каната 4 і на ланцюгах 1 – до тягового каната 3. Ланцюги 7 закріплюються позаду центра ваги ковша таким чином, що у вільному стані ківш повертається зубами донизу під дією власної ваги. Тяговий канат 3 через блок 5, встановлений на кінці підйомного каната 4, зв'язується з розвантажувальним канатом 2. Для запобігання залипанню ковша його днище виготовляють з ланцюгів, які прогинаються при розвантаженні, виштовхуючи ґрунт.

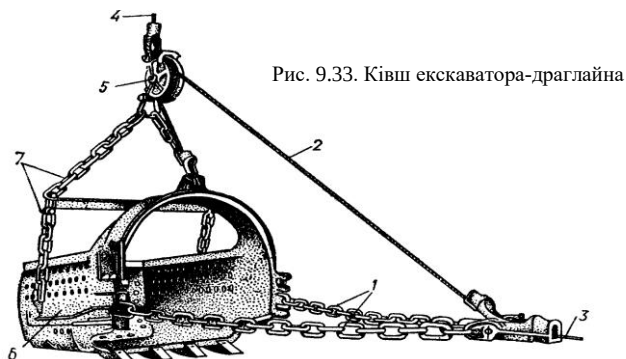


Рис. 9.33. Ківш екскаватора-драглайна

Робочий цикл екскаватора-драглайна (рис. 9.34) складається з наступних операцій: підйом ковша 7 до голови стріли при дещо натягнутому тяговому канаті 3 (положення А); закидання ковша в забій під дією власної ваги дещо далі голови стріли відпусканням тягового каната 3, а потім підйомного каната 4 (положення Б і В); копання ґрунту ковшем, що рухається по відкосу до екскаватора натягом тягового каната 3 (положення Г), при цьому ківш вривається під дією власної ваги і тягового зусилля; підйом ковша підйомним канатом 4 з одночасним натягом і гальмуванням тягового каната 3, при цьому розвантажувальний канат 2 підтримує передню частину ковша у піднятому положенні не даючи ґрунту висипатись; одночасно проходить поворот ковша до місця розвантаження (положення Д); розвантаження ковша, що перекидається передньою частиною донизу під власною вагою при відпущеному тяговому канаті (положення Е), і поворот платформи у вихідне положення. Стріла екскаватора утримується стріловою лебідкою під кутом $25...45^{\circ}$ до горизонту за допомогою поліспада.

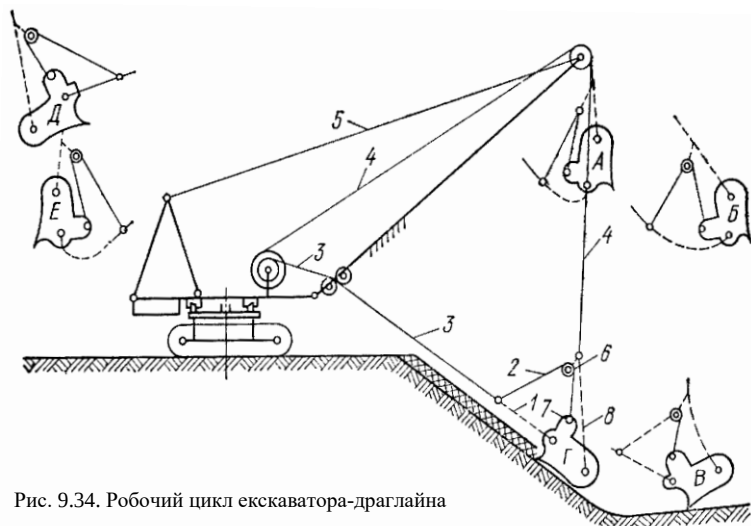


Рис. 9.34. Рабочий цикл экскаватора-драглайна

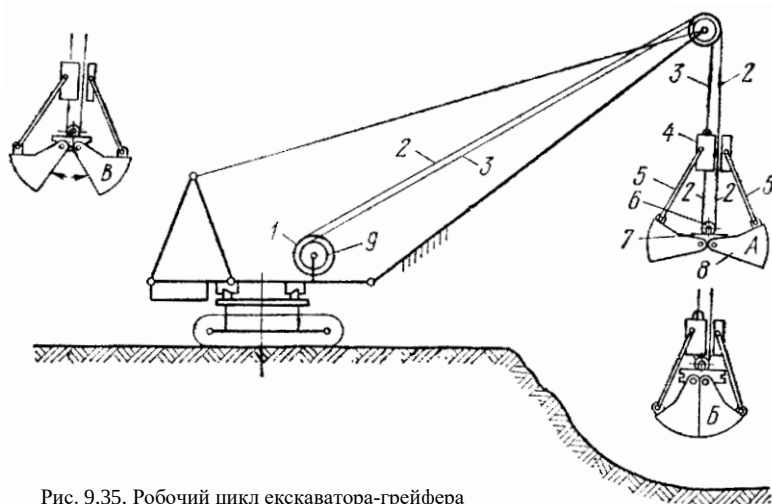


Рис. 9.35. Рабочий цикл экскаватора-грейфера

Екскаватор-грейфер (рис. 9.35) повинен мати лебідки з трьома барабанами: один для каната підйому стріли, другий – для підйомного і третій – для каната закривання.

Ківш 8 складається з двох чи більше щелеп, з'єднаних шарнірно на нижній головці 7. До щелеп шарнірно закріплені жорсткі тяги 5, які також шарнірно з'єднуються на верхній головці 4. Ківш підвішений на підйомному канаті 3, що йде до підйомного барабана 9. На тяговому барабані 1 знаходиться канат закривання 2, що огинає блок 6 і закріплюється до верхньої головки 4.

Робочий цикл екскаватора-грейфера здійснюється наступним чином: ківш 8 опускається в розкритому положенні на ґрунт ослабленням канатів 2 і 3 (положення А); ківш наповнюється закриванням щелеп натягом каната 2 (положення Б); ківш піднімається одночасним намотуванням на барабан 9 підйомного каната 3 і на барабан 1 каната закривання 2. Платформа екскаватора повертається до місця розвантаження і ківш розвантажується при опусканні каната закривання та пригальмовуванні підйомного каната; щелепи розкриваються під вагою ґрунту і власною (положення В); екскаватор повертається у вихідне положення.

Схеми роботи одно- та двоканатного грейферів подані на рис. 9.36, 9.37.

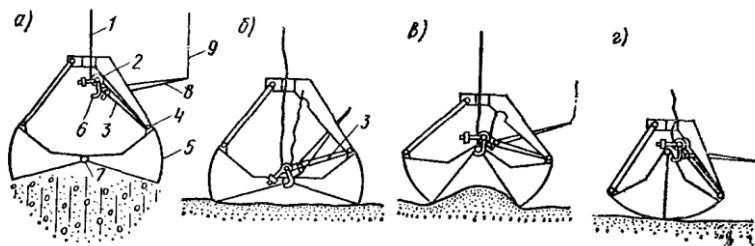


Рис. 10.36. Одноканатний грейфер: а-положення у момент випорожнення; б, в, г-послідовність захоплення ґрунту; 1-канат; 2-блок; 3, 8-важелі; 4-вісь; 5-щелепа; 6-гак; 7-палець; 9-тросик

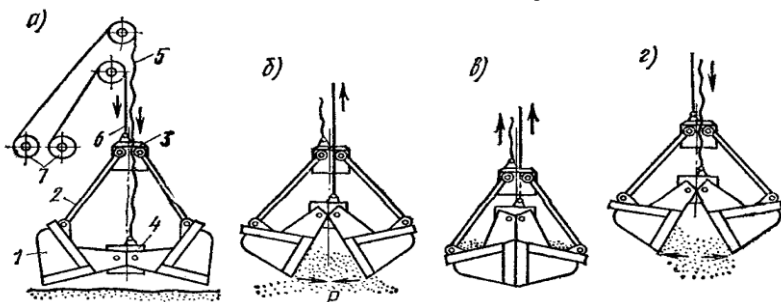


Рис. 9.37. Двоканатний грейфер: а, б, в-послідовність захоплення ґрунту; 1-щелепа; 2-тяга; 3, 4-блочні обойми; 5, 6-канати; 7-лебідка

Одноковшові екскаватори з гідравлічним приводом

Одноковшові екскаватори з гідравлічним приводом являють собою багатомоторні повно- і неповноповоротні машини із жорсткою підвіскою робочого обладнання, в яких для передачі потужності від двигуна до робочих механізмів застосовують гідравлічний об'ємний привід.

У порівнянні з механічними, гідравлічні екскаватори мають ширшу номенклатуру змінних робочих органів, кількість яких постійно зростає, більшу кількість основних і допоміжних рухів робочого обладнання, що значно розширює їх технологічні можливості і забезпечує високий рівень механізації земляних робіт, особливо у тісних умовах.

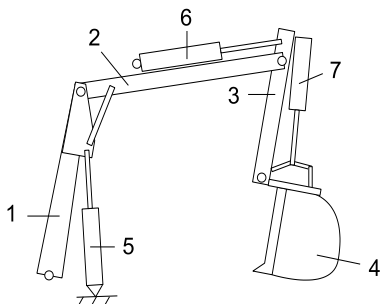


Рис. 9.38. Будова зворотної лопати:
1-основна частина стріли; 2-видовжувальна частина стріли; 3-рукоять; 4-ківш;
5, 6, 7-гідроциліндри підйому стріли, повороту рукояті і ковша

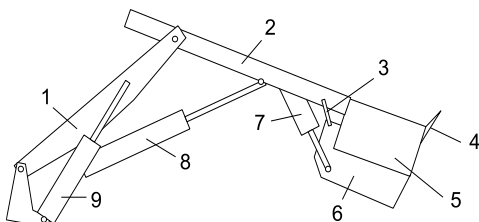


Рис. 9.39. Будова прямої лопати:
1-стріла; 2-рукоять; 3-тяги; 4-зуб ковша;
5-ківш; 6-петля днища ковша;
7, 8, 9-гідроциліндри

Гідропривід дозволяє значно спростити кінематику трансмісії і робочого обладнання, розширити номенклатуру змінного робочого обладнання, зменшити габарити машини, раціонально суміщати робочі операції, максимально використовувати потужність силової установки, підвищити мобільність і універсальність машини і покращити якість виконуваних робіт, надавати змінним робочим органам рухи, що дозволяють виконувати земляні роботи у важкодоступних місцях; забезпечити плавність руху і точну орієнтацію робочого органа, реалізовувати більші (у 1,5...2 рази) зусилля копання, підвищити продуктивність машин в середньому на 30...35 %, покращити умови праці машиніста.

До основних видів змінного робочого обладнання відносяться пряма і зворотна лопата, грейфер і навантажувач. Для розробки мерзлих ґрунтів широко застосовуються розрихлювачі, захватно-кліщове обладнання та гідравлічні молоти.

На гідравлічних екскаваторах зворотна лопата – один з основних видів змінного робочого обладнання. Пряма лопата гідравлічних екскаваторів також знаходить широке застосування, особливо на екскаваторах 4 – і розмірної групи і на машинах більшої потужності.

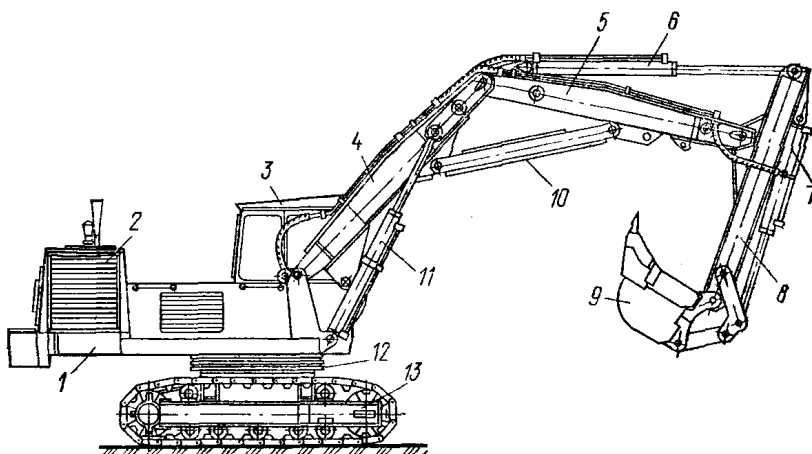


Рис. 9.40. Екскаватор ЕО – 4123 з гідроприводом та жорсткою підвіскою робочого обладнання: 1-поворотна платформа; 2-силова установка; 3-кабіна машиніста; 4-стріла; 5-продовжувач стріли; 6, 7, 11-гідроциліндри; 8-рукоять; 9-ківш; 10-з'єднувальна тяга; 12-роликів опорно-поворотний круг; 13-гусеничний ходовий пристрій

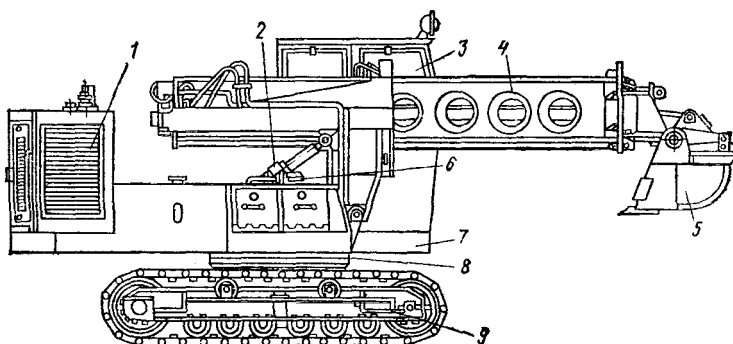


Рис. 9.41. Екскаватор-планувальник: 1-силова установка; 2-гідроциліндр; 3-кабіна керування; 4-телескопічна стріла; 5-ківш; 6-механізм повороту; 7-поворотна платформа; 8-опорно-поворотний пристрій; 9-ходове обладнання

Розрізняють гідравлічні екскаватори з шарнірно-важільним (рис. 9.40) і телескопічним (рис. 9.41) робочим обладнанням, для утримування і приведення в дію якого застосовують жорсткі зв'язки – гідравлічні циліндри.

Основними робочими рухами **шарнірно-важільного обладнання** є зміна кута нахилу стріли, поворот ручки з ковшем відносно стріли і поворот ковша відносно ручки, **телескопічного** – висування-втягування телескопічної стріли.

Траншейні екскаватори

Траншейні екскаватори застосовують на будівництві лінійних підземних комунікацій відкритим способом для викопування траншей прямокутного і трапецієподібного профілю під газо-, нафто-, водо- і продуктопроводи, каналізаційні і теплофікаційні системи, а також викопування траншей під видовжені стрічкові фундаменти будівель та споруд.

Вони являють собою самохідні землерийні машини неперервної дії з багатоковшовим чи безковшовим (скребковим) робочим органом, які при своєму поступальному русі розробляють позаду себе за один прохід траншею певної глибини, ширини і профілю з одночасним транспортуванням ґрунту на сторону від траншеї.

Продуктивність траншейних екскаваторів у 2...2,5 рази вища, ніж у одноковшових машин, при одночасній вищій якості робіт і менших енергозатратах на 1 м³ розробленого ґрунту. Крім того вони здатні ефективно розробляти як немерзлі, так і мерзлі ґрунти. **Основним параметром** екскаваторів є номінальна глибина викопування траншеї.

Кожен *траншейний екскаватор* складається із трьох основних частин:

1. Базового пневмоколісного чи гусеничного **тягача**, який забезпечує поступальних рух (подачу) машини.

2. **Робочого обладнання**, що містить робочий орган для копання траншей і поперечний (до поздовжньої осі руху машини) відвантажувальний пристрій для відведення розробленого ґрунту в сторону чи транспортні засоби.

3. **Допоміжного обладнання** для підйому і опускання робочого органу і відвантажувального пристрою.

Класифікація

Траншейні екскаватори класифікують за наступними основними ознаками:

За типом робочого органа:

- ланцюгові (ЕТЦ);
- роторні.

За способом з'єднання робочого обладнання з базовим тягачем:

- з начіпним робочим обладнанням;
- з напівпричіпним робочим обладнанням.

За типом ходового пристрою базового тягача:

- гусеничні;
- пневмоколісні.

За типом приводу:

- з механічним;
- з гідравлічним;
- електричним;
- комбінованим приводом.

Робочим органом ланцюгових екскаваторів є однорядний чи дворядний вільно-звисяючий нескінченний ланцюг, що огинає похилу раму 7, несучи на собі ковші чи скребки.

Робочим органом роторних екскаваторів є жорсткий ротор (колесо) з ковшами чи скребками, який обертається на роликах рами.

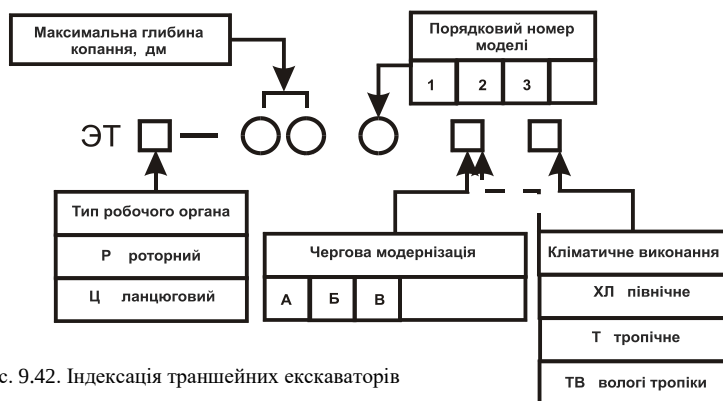


Рис. 9.42. Індексція траншейних екскаваторів

Ширина викопуваних робочими органами ЕТЦ та ЕТР траншей прямокутного профілю залежить від ширини ковша чи скребка і розміщення на них ріжучих елементів. На один і той же тягач можуть бути націплені змінні робочі органи із різною шириною і кількістю ковшів для викопування траншей із різноманітними параметрами профілю.

Для отримання траншей трапецієподібного профілю робочі органи ЕТЦ і ЕТР обладнують активними і пасивними відкосотворювачами.

Товщина стружки, відділеної ланцюговим робочим органом, практично постійна на своїй висоті забою. Роторний робочий орган відділяє стружку змінної товщини, яка досягає максимального значення на рівні осі обертання ротора. Швидкість руху копання робочого органа і швидкість пересування машини підбирають такими, щоб незалежно від глибини траншеї забезпечувалось 100 %-ве наповнення ковшів. Робоча швидкість руху екскаваторів безступенево регулюється в широкому діапазоні в залежності від умов роботи, фізико-механічних властивостей ґрунту і складає 5...800 м/год. У ланцюгових машин і 10...500 м/год. – у роторних.

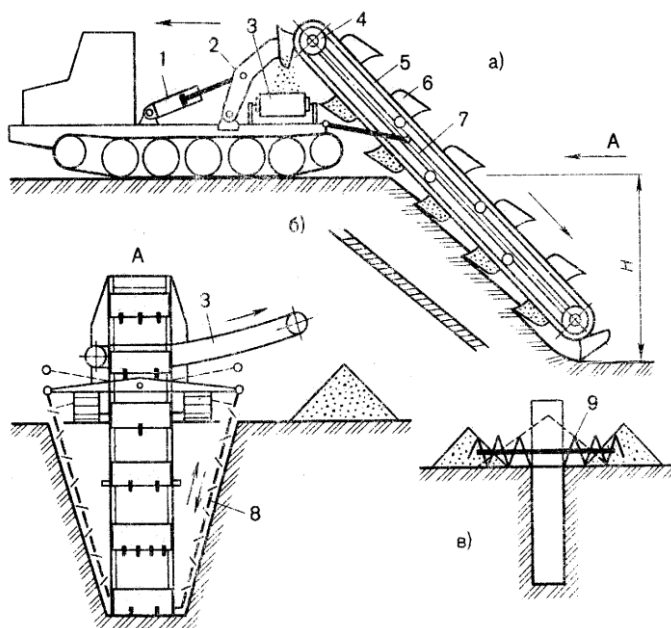


Рис. 9.43. Схема ланцюгового траншейного екскаватора: 1-гідроциліндр; 2-важільна система; 3-стрічковий конвеєр; 4-привідні зірочки; 5-ланцюг; 6-скребок; 7-похила рама; 8-активні відкосоутворювачі; 9-шнеки гвинтового конвеєра

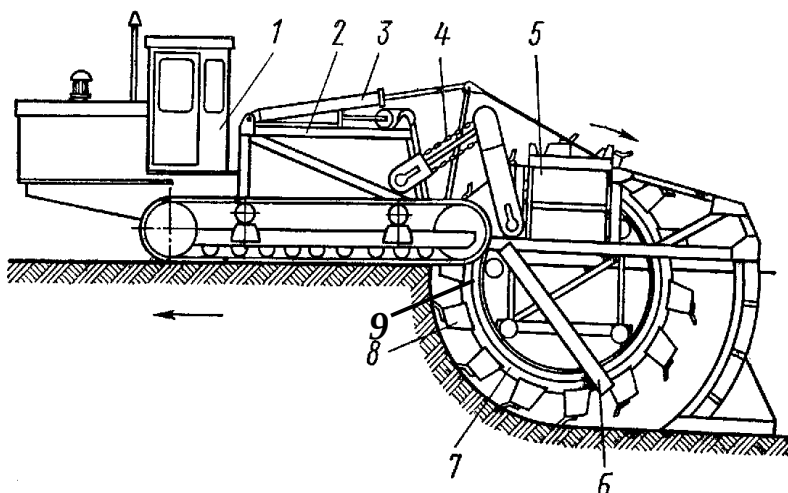


Рис. 9.44. Схема роторного траншейного екскаватора: 1-тягач; 2-додаatkова рама; 3,4-механізми підйому і приводу робочого органа; 5-поперечний стрічковий конвеєр; 6-пасивні ножові відкисники; 7-ротор; 8-ковші; 9-донний щит

Для цього трансмісії ходових пристроїв обладнують гідромеханічними ходозменшувачами. Швидкість робочого органа ланцюгових машин не перевищує 2,4 м/с, в роторних – 2,0 м/с.

На обох типах машин застосовують гравітаційний спосіб розвантаження під дією власної ваги ґрунту. Розвантаження відділеного від масиву ґрунту виконується у дволанцюгових екскаваторів на поперечний стрічковий транспортер 3 (рис. 9.43) при повороті ковшів 6 чи скребків відносно привідних зірочок 4.

У роторних екскаваторів (рис. 9.44) ґрунт з ковшів 1 розвантажується при досягненні ними крайнього верхнього положення над поперечним стрічковим конвеєром 2, розташованим всередині ротора 3. Завчасному висипанню ґрунту з ковшів у внутрішню порожнину ротора при їх підйомі запобігає передній донний щит 4. Стрічкові конвеєри відкидають ґрунт направо або наліво паралельно траншеї у відвал чи транспортні засоби. Як правило, конвеєри мають криволінійну форму, що разом з досить великою швидкістю стрічки (3,5...5,0 м/с) забезпечує необхідну висоту підйому і віддаль викидання ґрунту.

Контрольні запитання:

2. Призначення будова і робочий цикл екскаватора-грейфера.
3. Призначення, класифікація, загальна будова та індексація траншейних екскаваторів.
4. Будова, основні параметри і робочий цикл ланцюгових екскаваторів.
5. Будова, основні параметри і робочий цикл роторних екскаваторів.
6. Екскаватори, їх класифікація.
7. Призначення і класифікація будівельних екскаваторів.
8. Індикація універсальних будівельних екскаваторів.
9. Одноковшові екскаватори з гнучкою підвіскою робочого обладнання. Схеми і призначення основних робочих органів.
10. Одноковшові екскаватори з гідроприводом. Схеми і призначення основних робочих органів.
11. Призначення будова і робочий цикл екскаватора, обладнаного прямою лопатою.
12. Призначення будова і робочий цикл екскаватора, обладнаного зворотною лопатою.
13. Призначення будова і робочий цикл екскаватора-драглайна.
14. Призначення, класифікація та загальна будова скреперів.
15. Робочий цикл скреперів, кінематичні параметри, методи завантаження і розвантаження, віддаль пересування ґрунту.
16. Призначення, класифікація, загальна будова автогрейдерів.
17. Основні параметри автогрейдерів, принцип дії та системи автоматичного керування робочим органом.
18. Призначення, класифікація, загальна будова грейдер-елеваторів.
19. Призначення і класифікація машин для ущільнення ґрунту.

МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПАЛЕВИХ РОБІТ

При зведенні будівель та споруд на ґрунтах, що не володіють достатньою несучою здатністю, приходится забивати у ґрунт значну кількість паль. Кількість паль, їх січення та глибина занурення залежать від якості ґрунту і навантаження від будованої споруди.

Технологічний цикл забивання паль складається із трьох основних операцій:

1. Захват і встановлення палі у проектне положення.
2. Занурення палі у ґрунт до проектної відмітки або “відмови”, тобто виникнення опору більшого, ніж зусилля занурення.
3. Переміщення палезабивної установки від забитої палі до місця занурення наступної.

Існує декілька способів занурення палі у ґрунт:

- забивання палезабивним молотом;
- забивання з одночасним підмивом ґрунту водою;
- віброзанурення;
- вдавлювання;
- вгвинчування;
- утворення попередньої свердловини у ґрунті лідером (пробійником) із наступним зануренням палі.

У промисловому та житловому будівництві найпоширенішим є спосіб забивання паль палезабивними молотами.

Застосовані на даний час машини для занурення паль поділяються на наступні групи: ударної, вібраційної і віброударної дії; машини для втискання і загвинчування паль.

Палезабивні молоти поділяються на:

- механічні;
- пароповітряні;
- дизель-молоти;
- електричні (віброзанурювачі і вібромолоти).

За видом керування розрізняють молоти з ручним, напівавтоматичним та автоматичним керуванням.

Робочий цикл молота складається з підйому ударної частини (холостий хід) і падіння ударної частини до співударяння із верхівкою палі (робочий хід).

Механічний палезабивний молот являє собою масивну чавунну відливку, яка по напрямку щогли може підніматись канатом, що намотується на барабан лебідки, і падати при розчепленні захоплювального пристрою. Маса падаючої частини 1...5 т, висота вільного падіння не перевищує звичайно 3 м. Кількість ударів молота – до 12...18 за хвилину. Механічні молоти конструктивно прості і довговічні у роботі, однак їх продуктивність недостатньо висока.

Пароповітряні молоти приводяться в дію силою пари чи стиснутого повітря, що діють безпосередньо на ударну частину молота. Вони діляться на молоти **простої** і **подвійної** дії (Рис. 9.43). У молоті простої дії сила пари чи стиснутого повітря використовується лише для підйому ударної частини молота, а у молотах подвійної дії корисну роботу виконує не тільки маса ударної частини молота, що падає, а й тиск пари чи стиснутого повітря на поверхню бойка, що збільшує швидкість його падіння і, відповідно, енергію удару.

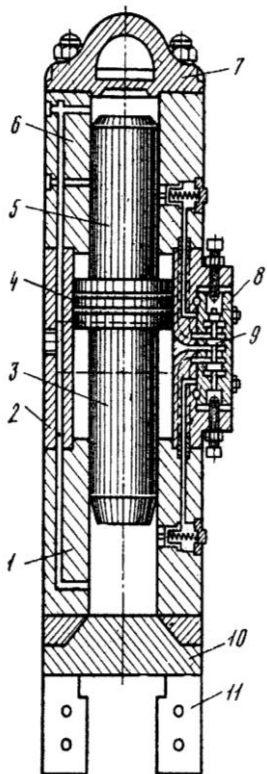


Рис. 9.45. Пароповітряний молот двосторонньої дії:

- 1,6-напрямні циліндри;
- 2-паровий циліндр; 3,5-штоки;
- 4-поршень; 7-провушина;
- 8-золотниковий розподільник;
- 9-золотник; 10-ударна плита;
- 11-упори

Автоматичні пароповітряні молоти двосторонньої дії мають частоту ударів по палі до 100...300 за хвилину і масу ударної частини до 2250 кг. Недоліками є значна маса нерухомих частин („мертва” маса), яка складає 60...70 % від загальної маси молота, можливість занурення лише легких шпунтів, дерев'яних і залізобетонних паль, велика витрата пари чи стиснутого повітря.

У **дизель-молотах** використовується енергія, вивільнена при спалахуванні палива. Робочий процес дизель-молота аналогічний процесу двотактного дизеля. При спалахуванні пального утворюються гази, що підкидають важкий поршень, при зворотному падінні якого відбувається удар по палі. Частина енергії вибуху також діє на палю (за принципом віддачі при пострілі).

За конструкцією дизель-молоти поділяються на штангові і трубчасті.

Штанговий дизель-молот (рис. 9.44) складається з наступних основних вузлів: поршневого блока, рухомого робочого циліндра (ударної частини), двох напрямних штанг, траверси, шарнірної опори, механізму подачі палива і захвату-„кішки”. Підйом ударної частини у крайнє верхнє положення перед запуском молота в роботу здійснюється рухомим захватом-„кішкою” 7, підвішеним до каната 8 лебідки копра.

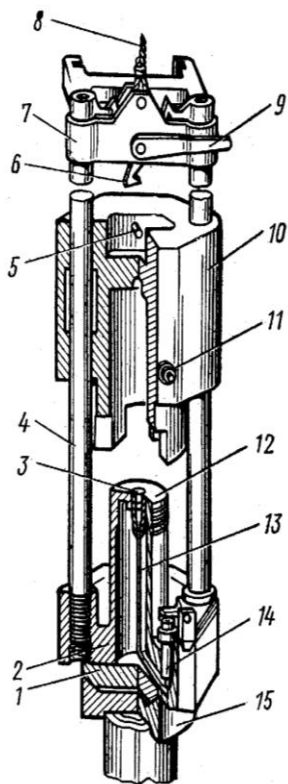


Рис. 10.46. Штанговый
дизель-молот

При опусканні „кішки” вниз як 6 автоматично зачіплюється за валик 5 у заглибленні відливки ударного циліндра 10. „Кішку” і зчеплену з нею ударну частину піднімають лебідкою копра по напрямних штангах 4 у крайнє верхнє положення. Натискаючи вручну на важіль 9, роз’єднують „кішку” і ударний циліндр, останній під дією власної маси падає вниз на нерухомий поршень 12 із основою 2. При насуванні циліндра на поршень повітря, що знаходиться у внутрішній порожнині циліндра, стискається у 25...28 разів і температура його різко підвищується до 600°C. При натисканні штифта 11 циліндра на привідний важіль паливного насоса 14 дизельне паливо по паливопроводу 13 подається до форсунки 3 і розпилюється у камері згорання, змішуючись із гарячим повітрям. При подальшому русі циліндра вниз гаряча суміш самозаймається, і в ту ж мить циліндр вдаряє по шарнірній опорі зі сферичною п’ятою 1, наголовник 15 якої надітий на головку палі. Вибухові гази виштовхують ударну частину вгору і виходять в атмосферу. Робочий циліндр при підніманні швидко втрачає швидкість, під дією власної ваги починає знову падати вниз і цикл повторюється.

Рис. 10.46. Штанговий дизель-молот

Трубчастий дизель-молот (рис. 9.47) має нерухомий робочий циліндр 3, підсилений ребрами жорсткості. Ударною частиною є важкий поршень 9 із ущільнювальними кільцями у нижній частині. При роботі молота сферична головка поршня вдаряє по п'яті 2, у якій є така ж сферична виїмка. Нижньою частиною п'ята опирається на торець палі або на її наголовник і центрується штифтом 1. Трубчастий дизель-молот обладнаний паливною помпою 11, яка подає пальне дозовано під тиском не більше 0,3...0,5 МПа із витратного резервуара 5 зовні циліндра. Перед пуском молота поршень 9 піднімається „кішкою” 6, підвішеною до каната 7, у крайнє верхнє положення. Після цього „кішка” автоматично відпускає поршень (положення І). При вільному падінні вниз по напрямній трубі 8 поршень натискає на привідний важіль 10 паливної помпи 11, яка подає дозу палива у сферичну виїмку п'яти 2 (положення ІІ). При подальшому русі вниз поршень перекриває отвори всмоктувально-вихлопних патрубків 4 і починає стискати повітря в робочому циліндрі 3, значно підвищуючи його температуру. У кінці процесу стиску головка

поршня вдаряє по п'яті, чим забезпечується занурення палі у ґрунт і розпилення палива в кільцеву камеру згорання, де воно самозаймається, перемішуючись із гарячим стиснутим повітрям (положення ІІІ). Частина енергії газів передається на палю, додатково її занурюючи, а частина витрачається на підкидання поршня вгору на висоту до 3 м. При русі поршня вгору (положення ІV) гази через патрубки 4 викидаються в атмосферу. Тудю ж засмоктується свіже повітря при дальшому русі поршня вгору. При досягнення крайнього верхнього положення поршень починає вільно падати вниз, робочий цикл повторюється.

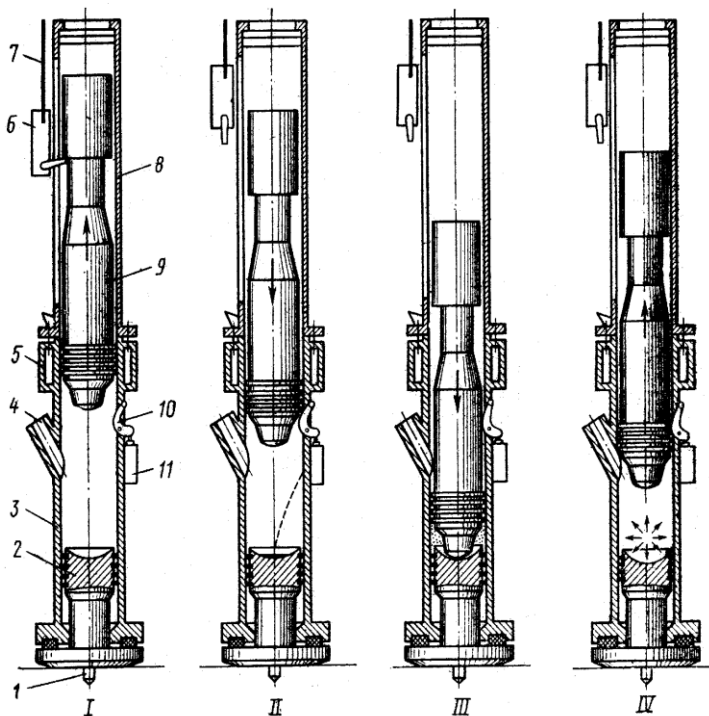


Рис. 9.47. Послідовність роботи трубчастого дизель-молота

Віброзанурювач – вібраційна машина для занурення у ґрунт та виймання з нього палів, шпунтів, труб та ін.

Віброзанурювач складається з корпусу та розташованих всередині нього 2...4 горизонтально розміщених валів із незрівноваженими масами – дебалансами, що обертаються з однаковою кутовою швидкістю у різні боки. Дебаланси на валах розміщені таким чином, що створювані ними відцентрові сили інерції у горизонтальній площині взаємно

врівноважуються, а у вертикальній площині сумуються, викликаючи направлені коливання віброзанурювальної машини і зв'язаної з нею палі.

Поздовжньо спрямовані коливання, які надаються палі, руйнують зв'язок між частинками ґрунту з палею, внаслідок чого зменшується тертя бокових поверхонь палі до ґрунту, і палі під вагою власною і віброзанурювальної машини заглиблюється в ґрунт. Необхідно, що амплітуда коливань була більшою, ніж величина пружної деформації ґрунту.

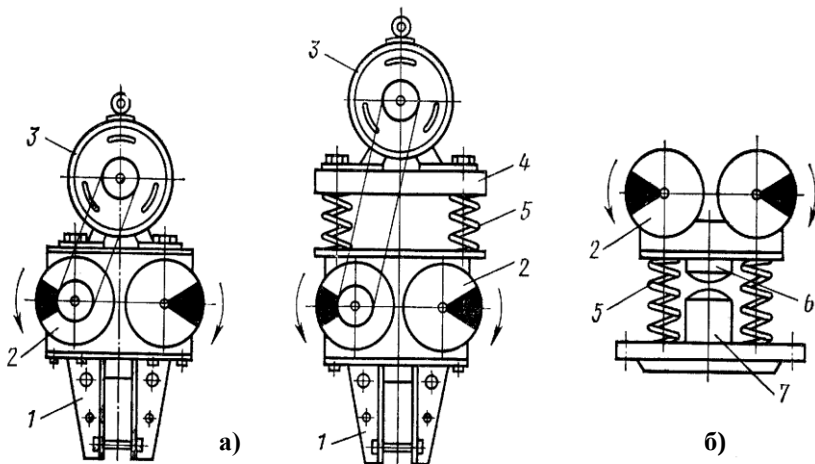


Рис. 9.48. Схеми вібраційних машин: а-віброзанурювач; б-вібромолот; 1-наголовник; 2-вібратор; 3-електродвигун вібратора; 4-плита; 5-пружини; 6-бойок; 7-ковадло

Вібраційні машини поділяються на віброзанурювачі і вібромолоти, за кількістю коливань можуть бути низькочастотні (300...500 кол/хв) і високочастотні (760...1500 кол/хв).

Віброзанурювач (рис. 9.48, а) жорстко зв'язується з палею, внаслідок чого викликані ним коливання напрямлено передаються палі. При обертанні дебалансів в різні боки горизонтальні складові відцентрової сили взаємно врівноважуються, а вертикальні сумуються, створюючи напрямки у вертикальній площині коливання системи.

Віброзанурювачі випускають із збуджуючою силою від 19,1 до 184 т з частотою обертання ексцентриків 420...1500 хв⁻¹, масою 2,5...11,0 т.

Вібромолот (рис. 9.48, б) є ударно-вібраційною машиною для забивання в ґрунт та виймання з нього паль, шпунтів, труб і т.д., а також рихлення і ущільнення ґрунтів шляхом сумісної дії ударів та вібрації.

Вібромолот відрізняється від віброзанурювача тим, що його корпус не має жорсткого зв'язку з палєю і тим, що при коливаннях корпусу виникають удари по палі.

Вібромолот має два двигуни із дебалансами 2 на валах роторів. Двигуни закріплені на плиті, яка знизу має бойок 6. Між плитою і основою знаходяться пружини 5. При вимушених коливаннях системи вібратор бойком 6 вдаряє по ковадлу 7.

Випускають вібромолоти із збуджувальною силою 11...218 кН, кількістю ударів 480...1450 за хвилину. Маса вібромолотів від 150 до 6500 кг.

Копри та самохідні копрові установки

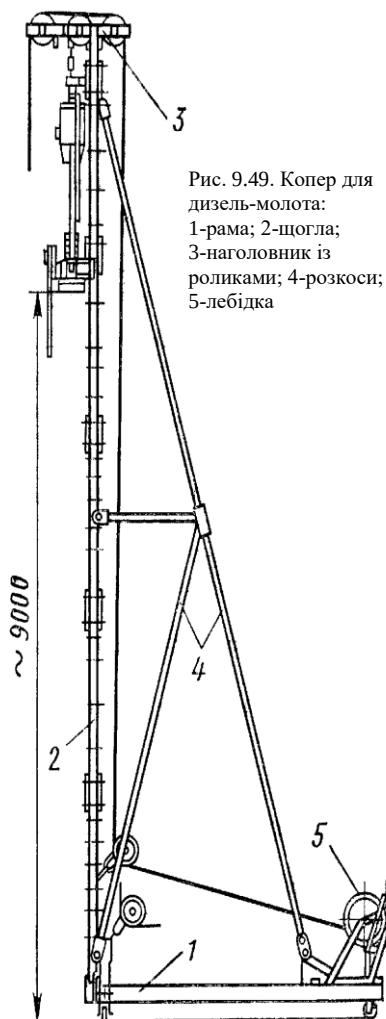


Рис. 9.49. Копер для дизель-молота:
1-рама; 2-щогла;
3-наголовник із роликми; 4-розкоси; 5-лебідка

Палезабивні молоти, віброзанурювачі, вібромолоти та інші занурювачі палі є змінним обладнанням копрів та самохідних копрових установок, призначених для підтягування і встановлення палі під необхідним кутом нахилу в заданій точці занурення, для встановлення палезанурювача на палю, спрямування палезанурювача та палі при зануренні, а також пересування копрового агрегата в зоні виконання робіт.

Основними параметрами копрів та копрових установок є:

1. Вантажопідйомність Q - максимальна сумарна маса підвішеної палі, наголовника та палезабивача.

2. Висота щогли H_m - віддаль від опорної поверхні копра до осі верхнього вантажного блока.

3. Виліт щогли L - віддаль від осі обертання поворотної платформи копра до вертикальної осі занурюваної палі.

4. Поздовжній нахил щогли β - кут між поздовжньою віссю щогли та вертикаллю у поздовжній площині симетрії копра.

5. **Поперечний нахил γ** - кут між поздовжньою віссю щогли та вертикаллю у поперечній площині симетрії копра.

6. **Колія K ходового пристрою копра.**

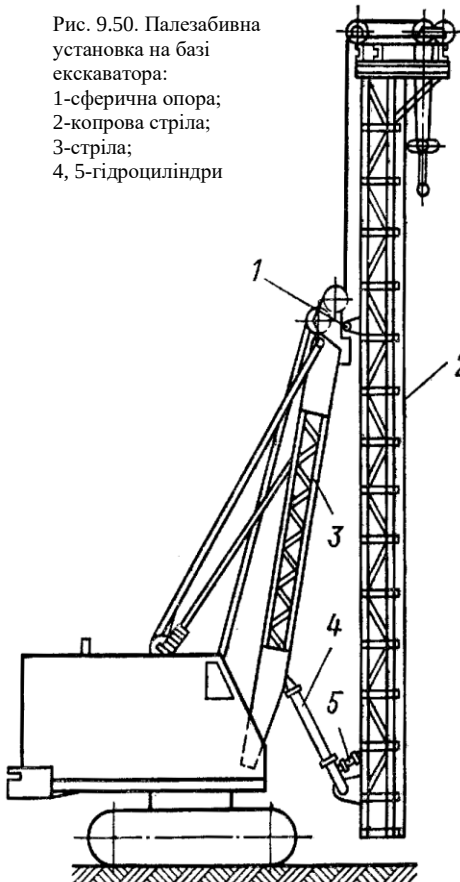
7. **Загальна маса m_k копра з противагою.**

Копри виконуються пересувними на рейковому ходовому пристрої та безрейковими і поділяються на:

- **універсальні**, що мають на повноповоротній платформі обладнання для занурення паль із змінним вильотом, поздовжнім та поперечним нахилом щогли для занурення вертикальних та похилих паль;
- **напівуніверсальні**, що мають на поворотній платформі обладнання для занурення вертикальних паль чи забезпечують лише робочий нахил копрової щогли для занурення похилих паль;
- **прості** – для занурення вертикальних паль. Вони не мають механізмів повороту платформи, зміни вильоту та робочого нахилу щогли.

Рис. 9.50. Палезабивна установка на базі екскаватора:

- 1-сферична опора;
2-копрова стріла;
3-стріла;
4, 5-гідроциліндри



Щогли копрів складаються із декількох уніфікованих секцій, що дозволяє при необхідності змінювати їх довжину.

Розбірний металевий копер (рис. 9.50) простого типу призначений для забивання легких дерев'яних паль довжиною до 4,5 м з допомогою штангового дизель-молота СП-60. Рама копра встановлюється на чотири ролики для забезпечення переміщення. Щогла 2 служить напрямною для пересування дизель-молота і утримування його у вертикальному положенні. Головка щогли має два блоки 3 для канатів підйому палі та молота. Копрова двобарабанна лебідка 5 служить для піднімання молота і палі, а також щогли при складанні-розбиранні копра. Кожен барабан вантажопідйомністю 500 кг має ручку і автоматичне гальмо, що забезпечує утримування на канаті піднятого вантажу і плавне безпечне його опускання.

Копер може встановлюватися на спланованому майданчику, автомобілі чи поромі (понтоні) при забиванні паль на воді.

Найбільше застосування зараз мають самохідні копрові установки на екскаваторній базі (рис. 9.50). копрові стріла 2 закріплюється на крановій стрілі чи стрілі драглайна за допомогою сферичного підп'ятника 1, що дозволяє надавати їй нахил відносно вертикалі. Поворот стріли виконують гідро циліндрами 4 та 5, один кінець яких закріплений до копрові стріли, а другий – до кранової стріли. Можливість повороту стріли дозволяє швидше і точніше встановлювати палю чи шпунт у потрібне положення.

МАШИНИ І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ БУРОВИХ РОБІТ

При розробці траншей і котлованів буро-вибуховим способом у скельних, мерзлих і вічномерзлих ґрунтах, геологічних вишукуваннях, при виконанні робіт по водопостачанню і водозниженню, облаштуванні паливних основ споруд необхідно пробурювати у товщі ґрунтів вертикальні, похилі та горизонтальні циліндричні канали – шпури (діаметром до 75 мм) та свердловини (діаметром більше 75 мм). Процес буріння включає руйнування ґрунту (породи) на дні шпура (свердловини) і відведення бурового дріб'язку на поверхню ґрунту.

Обладнання, що застосовується для буріння, залежить від фізичних властивостей ґрунту, у якому виконується буріння, а також від розмірів необхідних свердловин, їх діаметра та глибини. Для механізації проходження шпурів і свердловин застосовуються переносні бурильні молотки-перфоратори, термобури, легкі переносні і пересувні бурильні станки, самохідні бурильні і бурильно-кранові машини, що здійснюють буріння механічним, термічним і термомеханічним способом.

Переважає поширення отримав **механічний спосіб буріння**, при якому робочий інструмент безпосередньо діє на ґрунту (породу).

При **термічному способі** (рис. 9.51, ж) руйнування і оплавлення породи проходить під впливом високотемпературного газового струменя, що виходить із сопла пальника із надзвуковою швидкістю.

При **термомеханічному способі** на ґрунту одночасно діють високотемпературний газовий струмінь та механічний буровий інструмент, якому надається крутий момент і осьове зусилля.

На стадії експериментування знаходяться **електрогідравлічний та вибуховий методи**.

У залежності від характеру робочих рухів бурового інструменту розрізняють машини: обертового (рис. 9.51, а, б), ударного (рис. 9.51, в), ударно-обертового (рис. 9.51, д, е) та ударно-поворотного (рис. 9.51, г) механічного буріння.

При ударному способі буріння інструмент вводиться в гірську породу у результаті скидання його з певної висоти чи в результаті ударів по його хвостовій частині. Після кожного скидання чи удару інструмент піднімають, провертають на певний кут і таким чином обробляють усю торцеву поверхню забою. Час на підйом, провертання та опускання інструменту займає більше 40 % загального часу роботи, тому продуктивність ударного буріння відносно невисока. Ударне буріння рекомендується застосовувати для порід вище середньої міцності, оскільки крихкі породи руйнуються легше під дією удару, ніж під дією статичних навантажень.

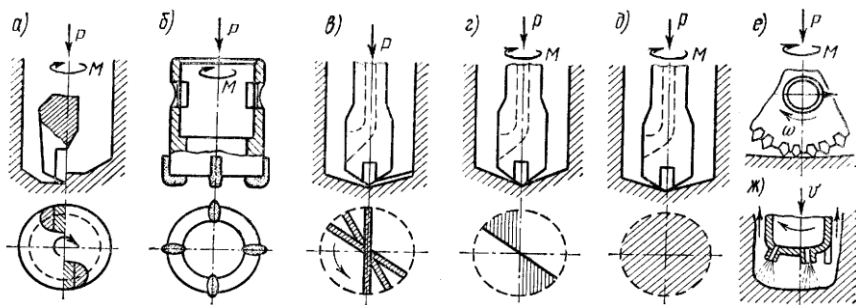


Рис. 9.51. Схеми способів буріння

При роботі машини ударно-поворотного (ударно-канатного) буріння (рис. 9.51) утворення шпура чи свердловини виконується періодичними ударами (частота ударів – 50...60 за хвилину) бурового інструменту (долото з ударною штангою) масою до 3 т, що падає з висоти до 1 м. Після кожного підйому долото провертається навколо своєї осі на кут 20...40° для рівномірнішого руйнування ґрунту в забої і отримання каналів круглої форми. Під час буріння у свердловину заливають воду. Зруйнований ґрунту у суміші з водою (шлам) періодично видається на поверхню з допомогою пустотілого циліндра (желонки).

Машини ударно-поворотного буріння можуть бурувати тільки вертикальні свердловини діаметром до 250 мм на глибину до 500 м. Через малу продуктивність (10...20 м/зм) та високу енергоємність такі станки на даний час майже не застосовуються.

Контрольні запитання:

- 1.Способи буріння,
- 2.Обладнання для бурових робіт.
- 3.Обладнання для буріння свердловин під набивні палі

10. Вантажопідйомні машини і механізми

Вантажопідйомними машинами піднімають і переміщують різні будівельні матеріали по вертикалі чи просторовій траєкторії, що змінюється у вертикальному та горизонтальному напрямках. Працюють вони найчастіше циклічно. Вантажопідйомні машини можна поділити на дві основні групи:

1. Машини для підйому:

- **домкрати** – для піднімання вантажу на невелику висоту;
- **талі і тельфери** – для піднімання вантажу і його переміщення по лінії рейки;
- **лебідки** – для піднімання і підтягування вантажу (входять також до складу складніших машин);
- **будівельні підйомники** – для піднімання вантажу на платформах, в кабінах, ковшах, клітках, які рухаються по напрямних.

2. Крани:

- **пересувні стрілові** – для завантажувально-розвантажувальних та монтажних робіт у зоні будь-якої конфігурації;
- **баштові крани** – для пересування вантажів та монтажу конструкцій у зоні, що обслуговується стрілою та рейковими шляхами, а також на великій висоті;
- **портальні будівельні крани** – для завантажувально-розвантажувальних робіт, горизонтального пересування вантажів у зоні рейкових шляхів;
- **мостові крани** – для пересування вантажу в межах площі прямокутника (цеху);
- **козлові крани** – для пересування вантажу в межах прямокутника (склади і монтажні роботи).

У вантажопідйомних машинах для передачі зусиль при пересуванні вантажів крім деталей загального призначення (вали, осі, підшипники, шестерні, муфти) застосовуються деталі та вузли спеціального призначення (вантажні і тягові канати, вантажозахватні пристрої, поліспасти, барабани, блоки, зупини, гальма).

Дротяні сталі канати є найпоширенішими гнучкими органами, що володіють високою міцністю та надійністю в роботі. Канати називають **вантажними**, якщо вони входять в комплект механізму підйому і **тяговими**, якщо вони переміщують вантаж, масу якого сприймає несуча конструкція машини. Їх сплітають зі сталі дротиків діаметром 0,2...3,0 мм із розрахунковою межею міцності дроту на розтяг $(1,6...2,0) \cdot 10^3$ МПа. Розрізняють канати одинарної, подвійної та потрійної навивки. Канати одинарної навивки отримують пошаровою навивкою один на одного в різних напрямках окремих дротів. Канати подвійної навивки виготовляють із попередньо скручених дротяних пасм, які навивають на органічний чи металевий сердечник. У канатах потрійної навивки в якості

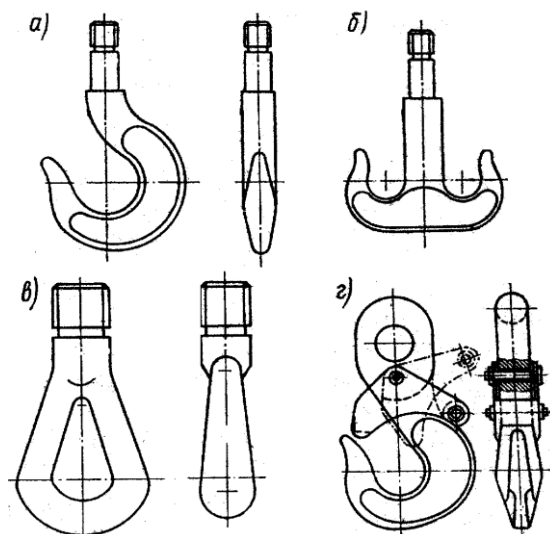


Рис. 11.1. Вантажні гаки:
а-однорогий; б-дворогий;
в-вантажна петля;
г-гак із замком

пасм використовують канати подвійної навивки малого діаметра. Крім того, в якості гнучких вантажних органів використовують **пластинчасті та зварні овально-ланкові ланцюги**.

Для підвішування штучних вантажів і спеціальних захватних пристроїв до канатів вантажопідйомних машин призначені гаки та петлі (рис. 11.1), виготовлені куванням чи штампуванням із м'якої сталі. Для підвищення безпеки роботи їх часто обладнують відкидними замками, які запобігають від зіскакування каната.

Поліспаст (рис. 11.2) – пристрій для підйому і підтягування вантажу. Складається з рухомих і нерухомих блоків. Блоки огинаються канатами і змонтовані в обоймах.

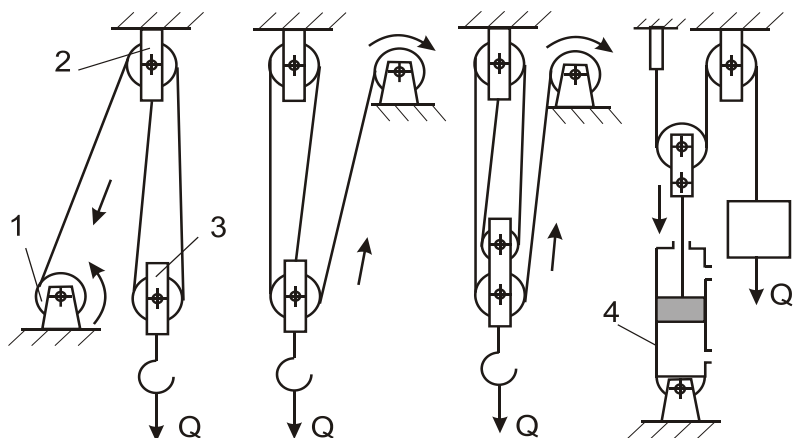


Рис. 11.2. Схеми поліспастів:
а, б, в-для виграву в силі; г-для виграву в швидкості; 1-лебідка;
2-нерухома обойма; 3-рухома обойма; 4-пнеumo- чи гідроциліндр

Застосування поліспастів з рухомими блоками дає виграш у силі і програш у швидкості, або навпаки. Це зменшує передатне число механізму, розміри поліспасти і лебідки.

Кратність поліспасти i - відношення швидкості намотування каната на барабан до швидкості піднімання вантажу:

$$i = \frac{v_{\text{бар}}}{v_{\text{вант}}}$$

Кратність поліспасти рівна кількості віток каната, на які розподіляється навантаження, прикладене до рухомої обойми. Поліспасти, що використовують для виграшу в силі, називають **редукторними**, а для виграшу в швидкості – **мультиплікаторними**.

Зупини призначені для стопоріння і надійного утримування (фіксування) піднятого вантажу в заданому положенні. За конструкцією зупини поділяють на храпові, роликові та фрикційні. Найпоширенішими є храпові зупини (рис. 32.3), які складаються із храпового колеса 1 та засочки (собачки) 2. Храпове колесо (храповик) жорстко закріплене на валу чи барабані підйомного механізму, а вісь собачки – на нерухомій основі. Собачка примусово (пружиною 3, вантажем і т. п.) водиться в зачеплення із зубами храповика і запобігає його повороту при опусканні вантажу.

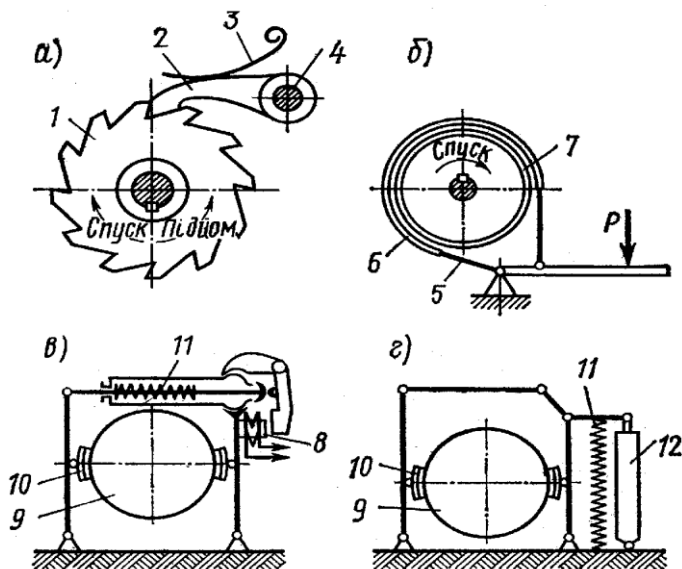


Рис. 11.3. Зупини і гальма: а-храповий зупин; б-стрічкове диференціальне гальмо; в-колодкове гальмо з електромагнітом; г- колодкове гальмо з електрогідравлічним штовхачем

При підйомі вантажу храповик обертається в зворотньому напрямку і собачка вільно проковзує по його зубах, не перешкоджаючи обертанню. Храповики виконують із внутрішнім і зовнішнім зачепленням. Для пом'якшення ударів при вмиканні зупина використовують не одну, а дві чи три собачки.

Принцип дії **гальм** заснований на врівноважуванні цілком або частково крутного моменту на валу механізму гальмівним моментом, що виникає від сил тертя між рухомими і нерухомими елементами гальма.

Класифікація гальм:

За призначенням:

- стопорні (для зупинки механізмів, відключених від двигуна, чи утримання вантажу підвішеним);
- спускні (для регулювання швидкості опускання вантажу).

За характером роботи:

- закриті (нормально замкнуті) – постійно включені в неробочому стані зусиллям пружини або гальмівного вантажу і виключаються на період роботи механізму;
- відкриті (нормально розімкнуті) – постійно виключені і включаються при гальмуванні.

За способом керування:

- керовані;
- некеровані (автоматичні).

За конструкцією:

- стрічкові; - колодкові;
- конусні; - дискові.

Стрічкове гальмо (рис. 11.3, б) складається зі сталеної стрічки 5 із фрикційними накладками 6, яка охоплює гальмівний шків 7 та системи важелів, що регулюють натяг стрічки. При натягуванні важелями гальмівна стрічка затискає шків, гальмуючи його.

Колодкові гальма (рис. 11.3, в, г) виконують, як правило, з двома гальмівними колодками 10, які затискають гальмівний шків 9 з діаметрально протилежних боків. До колодок прикріплена сталена вальцьована стрічка з підвищеними фрикційними властивостями. Замикання двоколодкових гальм у більшості сучасних конструкцій здійснюється зусиллям стиснутої пружини 11, розмикання – спеціальними гальмівними електромагнітами 8, електромеханічними чи електрогідравлічними штовхачами 12, які включаються паралельно до привідного двигуна механізму. Розмикання виконується одночасно із вмиканням двигуна.

Домкрат – компактний вантажопідйомний пристрій, призначений для плавного піднімання на невелику висоту (до 1 м) вантажу дією знизу вгору і підтримання на заданій висоті спертого на нього вантажу. Має невелику вагу і добре транспортабельний. Застосовується на різноманітних монтажних, вивірочальних і ремонтних роботах, при безтраншейному

прокладанні трубопроводів, може бути складовою частиною будмашин і пристроїв.

Класифікація домкратів:

За приводом:

- ручний привід;
- електричний привід;
- гідравлічний привід;
- пневматичний привід.

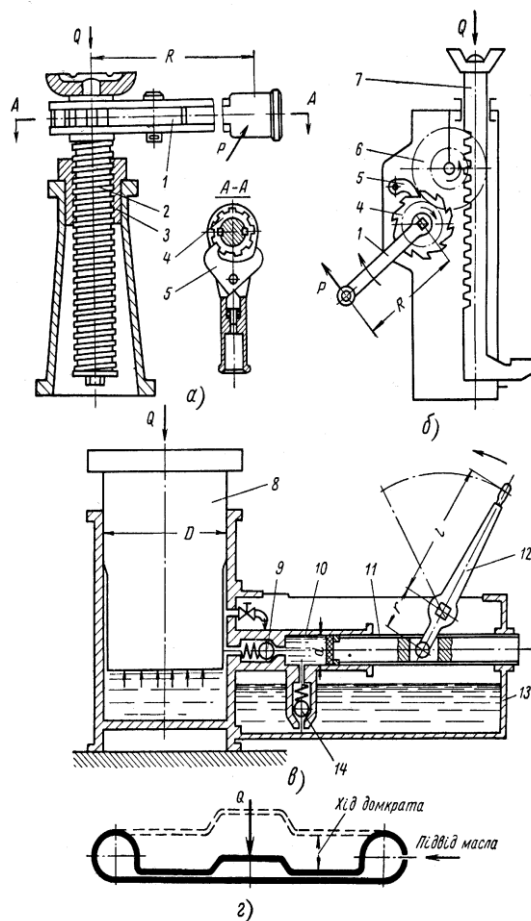


Рис. 11.4. Конструкції домкратів: а-гвинтовий; б-рейковий; в-гідравлічний; г-безпоршневий; 1-ручка; 2-гвинт; 3-гайка; 4-храповик; 5-заскочка; 6-зубчасте колесо; 7-шток із рейкою і лапкою; 8-основний поршень; 9-клапан; 10-циліндр ручної помпи; 11-шток ручної помпи; 12-ручка; 13-бак для масла; 14-всмоктувальний клапан

За будовою:

- рейковий – 6 т, 0,3 м;
- гвинтовий – 50 т, 0,35 м;
- гідравлічний – 50...500 т, 0,15...0,2 м.

Рейкові домкрати (рис. 11.4, б) застосовуються для виправлення сталених конструкцій, вивірювання колон, піднімання вантажів, а також при завантажувально-розвантажувальних, монтажних і ремонтних роботах. Їх виготовляють вантажопідйомністю 3...6 т при максимальній висоті підйому 0,4...0,6 м. ККД механізму домкрата складає 0,80...0,85 при безпосередньому зачепленні ведучої шестерні з рейкою і 0,65...0,67 при наявності проміжних шестерень.

Гвинтові домкрати (рис. 11.4, а) застосовуються як при монтажних і ремонтних роботах, так і для здійснення найраціональніших механізованих способів підйому опалубки, помостів та ін. Вони виготовляються вантажопідйомністю 2...50 т при максимальній висоті підйому 0,35 м. ККД механізму домкрата не перевищує 0,3...0,4. Гвинтові домкрати, як правило, є само гальмівними і не потребують ніяких додаткових пристроїв для утримування вантажу.

Вантажопідйомність гвинтового домкрата, Н:

$$Q = P \frac{2\pi \cdot R \eta}{S},$$

де **P** - зусилля, прикладене робітником, Н;

R - довжина ручки, мм;

S - величина пересування вантажу на один оберт ручки (відповідає кроку гвинта домкрата), мм;

η - ККД пристрою.

Гідравлічний домкрат (рис. 11.4, в) складається з циліндра, поршня, нагнітального і випускного клапанів. Підйом вантажу здійснюється подачею в циліндр домкрата рідини під тиском, а спуск – випуск цієї рідини через випускний клапан. Регулюючи ступінь відкриття випускного клапана, можна змінювати швидкість витікання рідини, тобто швидкість опускання вантажу. За рідину використовується мінеральне масло або суміш води з гліцерином. Робоча рідина подається в циліндр домкрата помпами з ручним чи машинним приводом. Вантажопідйомність гідравлічних домкратів 50...500 т при максимальній висоті підйому 0,15...0,25 м. Найпоширенішими у будівельній практиці є домкрати вантажопідйомністю 100...200 т при висоті підйому 0,15...0,25 м і власній масі 180...330 кг. ККД домкрата становить 0,8...0,9.

Принцип дії **безпоршневих** домкратів полягає в тому, що в замкнутий об'єм, який може деформуватись (рис. 11.4, г), під високим тиском закачується масло. Під дією тиску стінки домкрата переміщуються. Величина цього переміщення і є хід домкрата. Висота підйому 20 мм, вантажопідйомність – до 200 кг.

Талі - прості та невеликі вантажопідйомні пристрої з ручним, електричним чи гідравлічним приводом, які підвішуються до високо розташованих опор. Використовуються при монтажі і ремонті санітарно-

технічних пристроїв і трубопроводів у місцях, недоступних для пересувних кранів. В залежності від приводу талі поділяються на ручні і електричні.

Поширеними є ручні талі з черв'ячним механізмом підйому (рис. 11.5), гнучким тяговим органом яких служить зварний калібрований чи пластинчастий ланцюг. Вантажопідйомність таких талей 0,5...10,0 т, висота підйому вантажу – до 3 м. Таль підвішується над вантажем на гаку 7, шарнірно з'єднаним із нерухомою обоймою 6. В обоймі змонтовані черв'як 9 і черв'ячне колесо 5, виконане суцільним із ведучою зірочкою 4. Вантажний ланцюг 2, перекинутий через зірочку 4, огинає зірочку 19 рухомої гакової обойми 1 і кріпиться до корпусу талі, утворюючи двократний поліспаст для виграшу в силі. При обертанні нескінченним ланцюгом 11 привідного колеса 8 рух через черв'ячну передачу передається ведучій зірочці 4, яка перемотуванням ведучого ланцюга піднімає або опускає гакову обойму. Утримування вантажу на висоті забезпечує дискове гальмо 3 з храповим зупином.

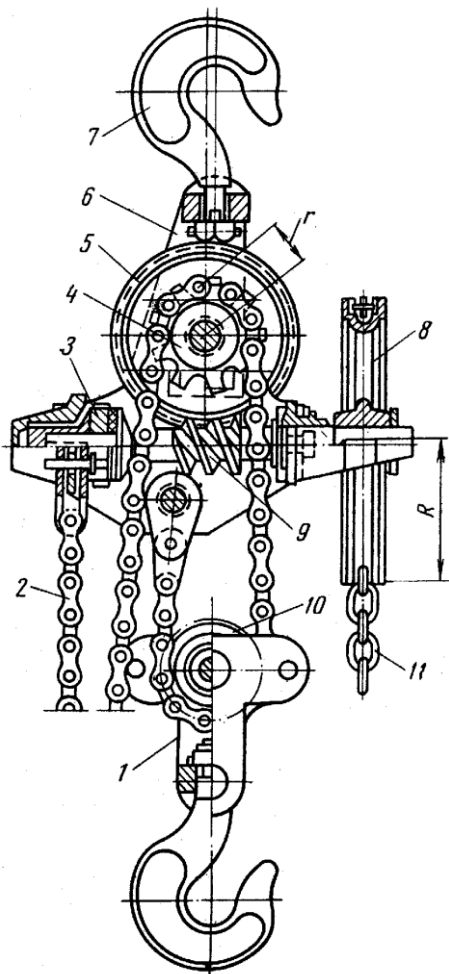


Рис. 11.5. Ручна черв'ячна таль

Електротельфери – це електричні талі (рис. 11.6), що підвішуються до візків, які пересуваються по рейці.

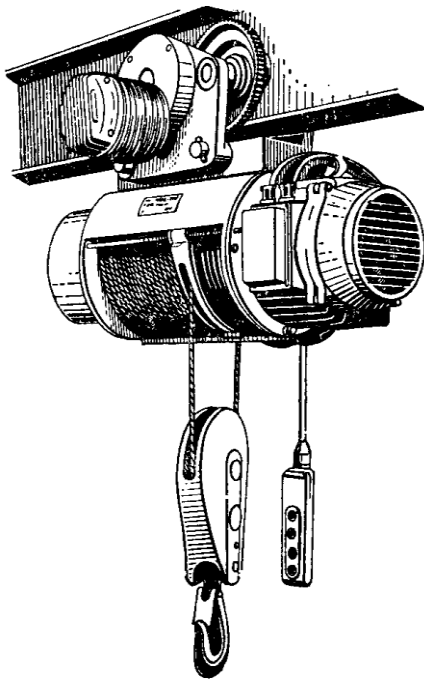


Рис. 11.6. Електротельфер

Електричні пересувні талі випускають вантажопідйомністю від 0,25 до 5 т при висоті підйому 6 м. Є також електроталі вантажопідйомністю 10 т. Завдяки компактності конструкції, простоті обслуговування і легкості встановлення їх широко застосовують для підйомно-транспортних, монтажних і ремонтних робіт.

Будівельні лебідки – вантажопідйомні механізми, призначені для підйому чи пересування вантажів на будівельно-монтажних, ремонтних та завантажувально-розвантажувальних роботах з допомогою каната, що намотується на барабан або протягується через важільний механізм.

Основним параметром лебідок є тягове зусилля каната (кН).

Класифікація лебідок:

За видом приводу:

- з ручним приводом;
- з механічним приводом.

За призначенням:

- загального призначення (як самостійний механізм);
- спеціальні (як складова частина машини);
- підйомні (для піднімання вантажу);
- тягові (тільки для пересування вантажу по горизонтальній або похилій площині).

За кількістю барабанів:

- однобарабанні;
- двобарабанні;
- без барабанів (з канатоведучим шківом);
- важільні.

За видом кінематичного зв'язку між двигуном і барабаном:

- реверсивні;
- маневрові;
- зубчато-фрикційні.

Основною характеристикою лебідки крім **тягового зусилля** є **канатомісткість барабана**, тобто довжина каната, яка може бути вкладена на барабані. Вона залежить від довжини робочої частини барабана, його діаметра, кількості витків і діаметра каната.

Важільні лебідки (рис. 11.7, б) мають максимальне тягове зусилля до 5 т і максимальну вантажопідйомність до 3 т. Їх робота базується на протягуванні каната 9 через тяговий механізм з допомогою двох пар кулачків 8, які послідовно захоплюють канат, затискають його і підтягують у потрібному напрямку.

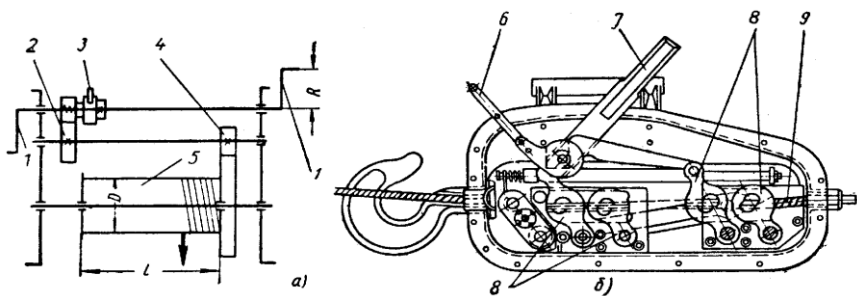


Рис. 11.7. Схеми ручних лебідок:

а-барабанної; б-важільної; 1-ручка; 2, 4-зубчасті передачі; 3-храповий механізм; 5-барабан; 6-ручка переднього ходу; 7-ручка заднього ходу; 8-кулачки; 9-канат

Широко розповсюдженими у будівництві є лебідки з приводом від електричного двигуна (рис. 11.8). Двигун 4 через редуктор 2 обертає барабан 1 лебідки. Між двигуном і редуктором як правило ставлять гальмівні пристрої 3 у вигляді колодкового, стрічкового чи конусного гальма. Якщо в редукторі немає коробки переміни передач, то швидкість підйому чи підтягування вантажу буде постійною.

Будівельні підйомники – це машини, призначені для підйому (опускання) у вантажонесучих органах будівельних вантажів та людей на поверхи чи дах будинків і споруд при виконанні будівельних, монтажних, оздоблювальних та ремонтних робіт.

Вантажонесучими органами є клітка, кабіна, платформа, ківш, гак, бункер, захвати та ін.

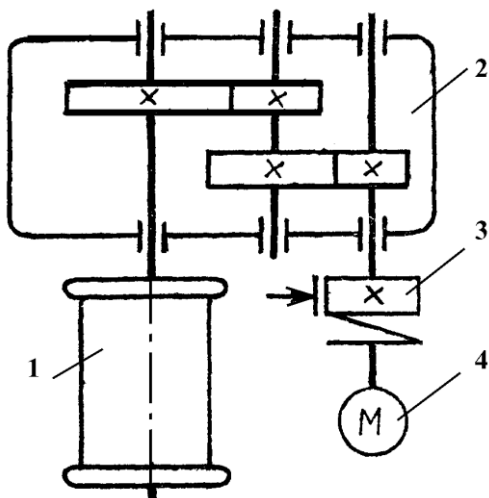


Рис. 11.8. Схема лебідки з електричним приводом: 1-барабан; 2-редуктор; 3-гальмо; 4-електродвигун

Класифікація підйомників

За призначенням:

- вантажні;
- вантажно-пасажирські.

За способом установки:

- пересувні (самохідні та несамохідні);
- стаціонарні (приставні, вільностоячі).

За конструкцією напрямних вантажонесучого органа:

- з підвісними (гнучкими) напрямними;
- з жорсткими (щоглові, скіпові, шахтні).

За способом монтажу:

- мобільні (перевозять цілком);
- немобільні (при перевезенні розбирають).

До **основних параметрів** відносяться:

- найвища висота піднімання вантажу;
- швидкість підйому та опускання вантажу;
- величина пересування вантажу по горизонталі;
- величина вертикального пересування вантажу введеного у будівлю;
- швидкість подачі вантажу;
- колія і база (для пересувних);
- встановлена потужність;
- конструктивна і загальна маса;
- крок настильних опор.

Вантажні підйомники випускаються щогловими і шахтними. Шахтні використовуються при зведенні цегляних труб висотою до 120 м. Щоглові отримали переважне застосування у будівництві. При будівництві і ремонті будівель до трьох поверхів застосовуються підйомники ТП-3А і ТП-16-1, будівель до п'яти поверхів - підйомники ТП-9 і ТП-16-2, будівель до дев'яти поверхів - підйомники ТП-12 і ТП-16-3. Уніфіковані вантажні щоглові підйомники ТП-16-1, ТП-16-2 і ТП-16-3 вантажопідйомністю 320 кг мають робочі органи у вигляді видатної платформи, з допомогою якої здійснюється підйом і горизонтальна подача у прорізи будівель

будівельних матеріалів та опускання їх на покрівлю і перекриття при виконанні будівельних, оздоблювальних і ремонтних робіт.

Підйомники ТП-16-1, ТП-16-2 і ТП-16-3 виконані за одною конструктивною схемою, максимально уніфіковані і відрізняються між собою висотою піднімання вантажу, масою і габаритами. Підйомник ТП-16-3 (рис. 32.9) складається зі щогли, опорної рами 10, лебідки 1, вантажної каретки 7 із видатною платформою 8, вантажного каната 3, настиінних опор 4 і електрообладнання. Щогла підйомника кріпиться до будівлі настиінними опорами і складається з рядових 6, верхньої 5 і нижньої 9 секцій і змонтована на опорній рамі, на якій встановлені лебідка ТЛ-14А з канатоведучим шківом та шафа електрообладнання 2. лебідка вантажним канатом піднімає і опускає вантажну каретку з видатною платформою, з допомогою якої вантаж піднімається на відповідний поверх і подається у віконний проріз чи на покрівлю.

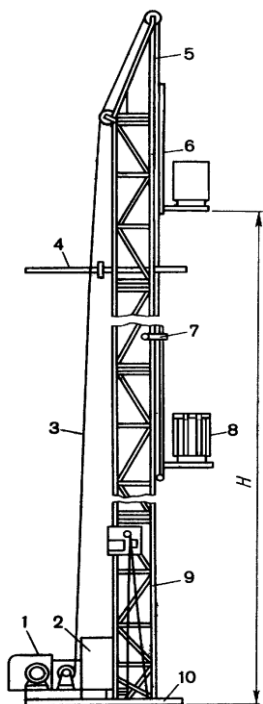


Рис. 11.9. Вантажний щогловий підйомник ТП-16-3

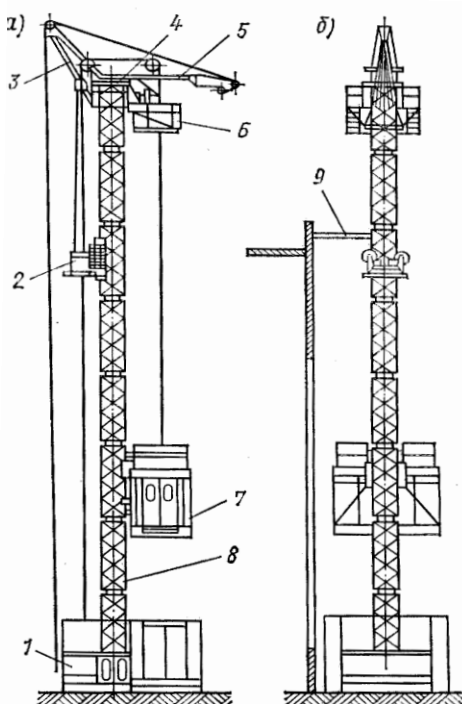


Рис. 11.10. Вантажно-пасажирський щогловий підйомник: б-загальний вигляд; 6-схема кріплення до будівлі; 1-опорний блок; 2-противага; 3-стійка; 4-головка; 5-стріла; 6-підвісний майданчик; 7-кабіна; 8-щогла; 9-кронштейн кріплення щогли

Вантажно-пасажирські підйомники (рис. 11.10) піднімають не тільки будівельні матеріали, сантехнічне обладнання та інші вантажі, а й робітників. Застосування їх значно скорочує втрати робочого часу на підйом і спуск робітників із поверхів. Замість площадки такі підйомники мають кабінку, в якій знаходиться підйомна лебідка і механізми керування. Вантажопідйомність їх до 800 кг вантажу або до 10 чол., швидкість підйому 35 м/хв.

Ковшові (скіпові) підйомники застосовують для подачі сипучих матеріалів і розчинів у бункери, змішувальні машини і грохоти. Об'єм ковша, як правило, складає 1 м³, швидкість підйому 60 м/хв.

Шахтні підйомники застосовують для підйому сипучих матеріалів, розчину, бетонної суміші на висоту 100 м та вище. Вантажопідйомність до 3 т, швидкість підйому 30 м/хв. Їх встановлюють як всередині. Так і ззовні будівель.

Монтажні вишки і гідропідйомники призначені для підйому одного або двох робітників при виконанні будівельно-монтажних робіт. Встановлюються на автомобілях або тракторах. Вантажність до 0,5 т.

СТРІЛОВІ САМОХІДНІ КРАНИ

Стрілові самохідні крани являють собою стрілове чи баштово-стрілове кранове обладнання, змонтоване на самохідному гусеничному чи пневмоколісному шасі. Розрізняють крани *загального призначення* для будівельно-монтажних робіт та завантажувально-розвантажувальних робіт широкого профілю, а також *спеціальні* для виконання технологічних операцій певного виду (крани-трубовкладачі, залізничні, плавучі).

Класифікація

За вантажопідйомністю:

- легкі – до 10 т;
- середні – 10...25 т;
- важкі – від 25 т.

За типом ходового пристрою:

- автомобільні;
- тракторні;
- на шасі автомобільного типу;
- пневмоколісні;
- гусеничні;
- на спецшасі.

За кількістю і розташуванням силових установок:

- з однією СУ на шасі;
- з однією СУ на поворотній частині;
- з двома СУ.

За кількістю привідних двигунів:

- одномоторні приводи;
- двомоторні приводи.

За типом приводу:

- механічний;
- електричний;
- гідравлічний.

За кількістю і розташуванням кабін керування:

- лише на шасі;
- лише на поворотній платформі;
- на шасі і поворотній платформі.

За конструкцією стріли:

- зі стрілою незмінної довжини;
- з висувною і телескопічною стрілами.

За способом підвішування стріли:

- з гнучкою (на поліспахах) підвіскою;
- з жорсткою (гідроциліндри) підвіскою.

Передбачено випуск десяти розмірних груп стрілових самохідних кранів вантажопідйомністю 4; 6,3; 10; 16; 25; 40; 63; 100; 160; 250 т. Вказані **вантажопідйомності кранів** – це максимально допустима маса, яку може підняти кран даної розмірної групи при мінімальному вильоті основної стріли.

Кожен стріловий самохідний кран складається з наступних основних частин: ходового пристрою; поворотної платформи (із розміщеними на ній силовою установкою, вузлами приводу, механізмами і кабіною машиніста з пультом керування), опорно-поворотного пристрою і змінного робочого обладнання. Виконавчими механізмами є: механізм підйому вантажу змінної вильоту стріли (гака), обертання поворотної платформи і пересування крана.

Шасі кранів із пневмоколісним ходовим пристроєм обладнуються виносними опорами-аутрігерами у вигляді неповоротних (відкидних) чи висувних кронштейнів із опорними гвинтовими чи гідравлічними домкратами на кінцях. Аутрігери знижують навантаження на колеса, збільшують опорну базу і стійкість крана. При роботі без виносних опор вантажопідйомність крана різко зменшується і складає 20...30 % від номінальної. Залежність вантажопідйомності і висоти підйому вантажу від вильоту стріли називають **вантажною характеристикою крана** (рис. 11.11).

Усі крани позначають індексами, що складаються з буквенної і цифрової частин. Буквена частина позначає групу кранів чи особливості їх конструкції: КБ – кран баштовий; АК – автомобільний кран; МКГ, МКП чи МКА – монтажний кран гусеничний, пневмоколісний чи автомобільний; СКГ – спеціальний кран гусеничний; СМК – спеціальний монтажний кран

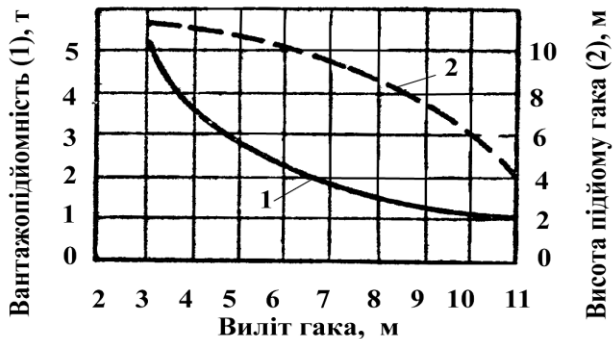


Рис. 11.11. Вантажна характеристика крана

Усім моделям стрілових самохідних кранів загального призначення, що випускаються заводами Мінбуддормашу, присвоюється відповідний індекс (див. схему індексації).

КС – кран стріловий самохідний;

Ходовий пристрій:

Г – гусеничний;

П – пневмоколісний;

Ш – спеціальне шасі автомобільного типу;

А – шасі стандартного автомобіля;

Т_р – шасі серійного трактора;

П_р – причіпний ходовий пристрій.

Наприклад, кран **КС – 4561 АХЛ**:

- кран стріловий самохідний;
- 4-ї розмірної групи (16 т);
- на стандартному шасі вантажного автомобіля;
- із гнучкою підвіскою стрілового обладнання;
- перша модель, що пройшла першу модернізацію;
- північне виконання.

Крани, випущені заводами Мінбуддормаш до впровадження діючої індексації, а також крани, що випускаються заводами будівельних міністерств не мають єдиної системи індексації.

Наприклад: МСК-10-20 мобільний складний кран вантажопідйомністю 10 т і вильотом стріли 20 м. СКГ-40 – стріловий кран гусеничний вантажопідйомністю 40 т. Кран СКГ-63 – величезний гусеничний кран.

випадків виконують мобільними кранами, наприклад КС-4361 (пневмоколісний) при стрілі 9 м вантажопідйомність 16 т; 15 м – 9 т, 20 м – 5 т.

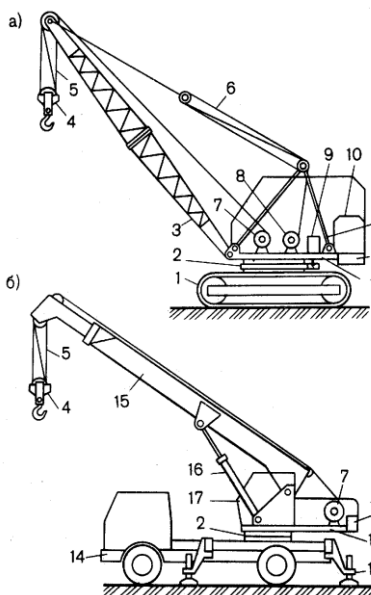


Рис. 11.12. Схеми стрілових самохідних кранів:

а-гусеничного з гнучкою підвіскою стрілового обладнання;
 б-пневмоколісного з жорсткою підвіскою стрілового обладнання;
 1-гусениці; 2-поворотний круг; 3-стріла гратчаста; 4-гакова підвіска;
 5-вантажний поліспаст; 6-стріловий поліспаст; 7-вантажна лебідка; 8-стрілова лебідка;
 9-поворотний механізм; 10- силова установка; 11-опорна стійка; 12-протитяга;
 13-поворотна платформа; 14-автомобіль; 15-стріла телескопічна; 16-гідроциліндр; 17-кабіна; 18-аутрігери

Головний параметр стрілових кранів – вантажопідйомність Q .

Основні параметри (рис. 11.12.):

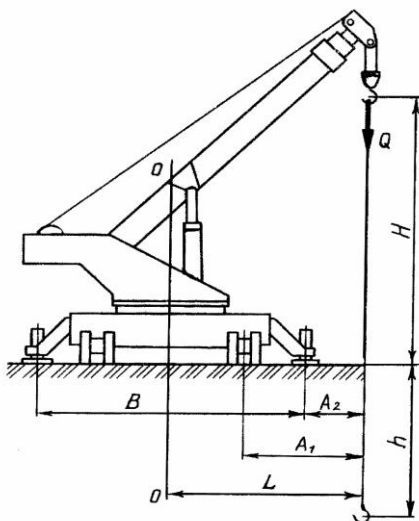


Рис. 11.13. Основні параметри стрілових самохідних кранів

- **виліт L** – віддаль від осі ОО обертання поворотної частини крана до центра гака; виліт від ребра перекидання – віддаль від ребра перекидання до центра гака: A_1 – при роботі без виносних опор, A_2 – на виносних опорах;
- **висота підйому гака H** – віддаль від рівня стоянки крана до центра гака, який є в крайньому верхньому положенні;
- **глибина опускання гака h** – віддаль від рівня стоянки крана до центра гака, який є в крайньому нижньому положенні;
- **швидкість V підйому і опускання вантажу.**

БУДІВЕЛЬНІ КРАНИ

Легкі переносні крани застосовують при виконанні порівняно малих об'ємів робіт та при необхідності піднімати та переміщувати вантажі масою до 1 т на віддаль до 6 м при встановленні на землі і до 20 м при встановленні на будівлі. Виліт стріли – 2...4 м.

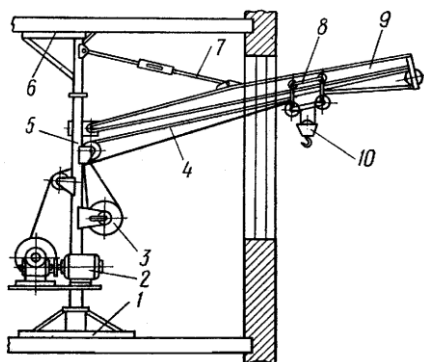
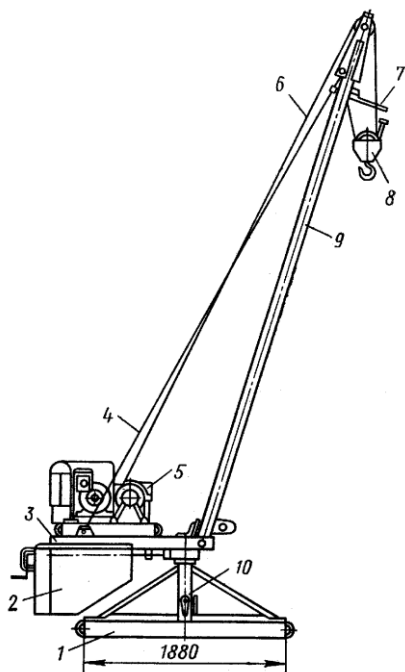


Рис. 11.13. Переносний консольно-балковий кран



Великою перевагою є можливість їх встановлення не тільки на землі, а й на будівлях. Наприклад, кран КЛ-1А (рис. 11.13) складається з основи 1, поворотної платформи 3, на якій змонтовані лебідка 5, стріла 9 та плити протизаги 2. Механізм підйому вантажу складається з реверсивної черв'ячної лебідки 5 із приладами керування, вантажного каната 6 і гакової обойми 8. На головці стріли встановлено важільний обмежувач 7 висоти підйому гака, який відключає двигун лебідки при підході гакової обойми до крайнього верхнього положення. Маса крана 0,9 т (з протизагами 1,65 т). потужність двигунів 3 кВт. Поворот крана здійснюють вручну із зусиллям не більше 120 Н. Стопоріння здійснюють ручкою гальмівного пристрою. Виліт стріли змінюється стріловим канатом 4. Швидкість підйому вантажу 0,2 м/с.

Консольно-балкові крани застосовують для подачі матеріалів всередину будівлі через віконні отвори при оздоблювальних, ремонтних та сантехнічних роботах вантажопідйомність їх 100...200 кг, виліт стріли – до 3 м, висота підйому 60...70 м, середня швидкість підйому вантажів 0,25 м/с. Робочі рухи крана – підйом, опускання вантажу і переміщення його вантажною кареткою вздовж стріли по траєкторії, близькій до горизонт.

Кран (рис. 11.14) складається з вертикальної телескопічної стійки 5 з опорними башмаками 1 та 6, балкової стріли 9 з вантажною кареткою 8, механізмів пересування каретки і піднімання вантажу. В робочому положенні стріла утримується жорсткими тягами 7. Вантажна каретка пересувається по нижніх полках балкової стріли. Механізм пересування каретки складається з тягового каната 4, напрямних блоків і ручної лебідки 3. Каретку переміщують вздовж стріли обертанням ручки приводу. Механізм підйому вантажу складається з реверсивної черв'ячної лебідки 2 з приладами керування, вантажного каната і гакової обойми 10.

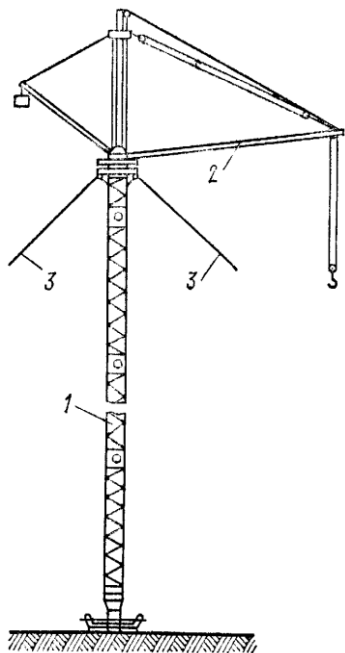


Рис. 11.15. Кран-щогла з поворотною стрілою

Стрілові стаціонарні крани, на відміну від підйомників, механізують не тільки вертикальне, а й горизонтальне пересування вантажів у зоні, що охоплюється стрілою. Роботу кранів забезпечують наступні механізми:

- підйому вантажу;
- зміни вильоту стріли;
- повороту стріли.

До стрілових стаціонарних кранів відносять:

- щоглово-стрілові крани;
- кран-щогли.

Кран-щогли (рис. 11.15) складаються зі щогли 1 і стріли 2, закріпленої до щогли у верхній або середній її частині. Стріла може виконуватись поворотною і неповотною. В обох випадках щогла закріплюється вантами 3, які утримуються якорями. Вантажопідйомність таких кранів до 100 т, висота підйому вантажів – до 60 м.

Характерною особливістю щоглово-стрілових кранів (деррик – кранів) є стаціонарно встановлювана щогла, що підтримується канатними розтяжками (вантами) чи жорсткими розкосами. При першому способі кріплення щогли крани називаються **вантовими**, а при другому – **жорстконогими**. До щогли цих кранів шарнірно закріплюють стрілу, сумісно з якою вона може провертатись навколо вертикальної осі. Підйом вантажу, зміна вильоту стріли та поворот щогли здійснюються лебідками, які розташовані біля основи щогли.

Вантові щоглово-стрілові крани складаються зі щогли 9, стріли 8, вантажного поліспада 6, стрілового поліспада 3, електричних лебідок 14, опорної балки 11 і вантів 2, що утримують щоглу. Нижній і верхній кінці щогли знаходяться у спеціальних нерухомих опорах 1 і 15, що дають можливість щоглі сумісно із закріпленою біля її основи стрілою обертатися при допомозі поворотного круга 10 і тягового каната 16 на 360° навколо вертикальної осі.

Для розтяжок використовують сталі канати, кількість яких (від 4 до 12) визначається вантажопідйомністю крана. Вантові канати від верхньої нерухокої опори 1 натягуються стягувальними муфтами чи поліспастами зручними лебідками і закріплюються до природних чи штучних якорів.

Нижньою опорою щогли служить спеціальна кульова п'ята 15 з осьовим отвором для проходу збігаючих віток канатів 17 кранових поліспастів до лебідок. Кульова опорна поверхня п'яти забезпечує можливість деякого відхилення щогли від вертикалі у зв'язку з пружними деформаціями вантів і нерівномірністю їх натягу.

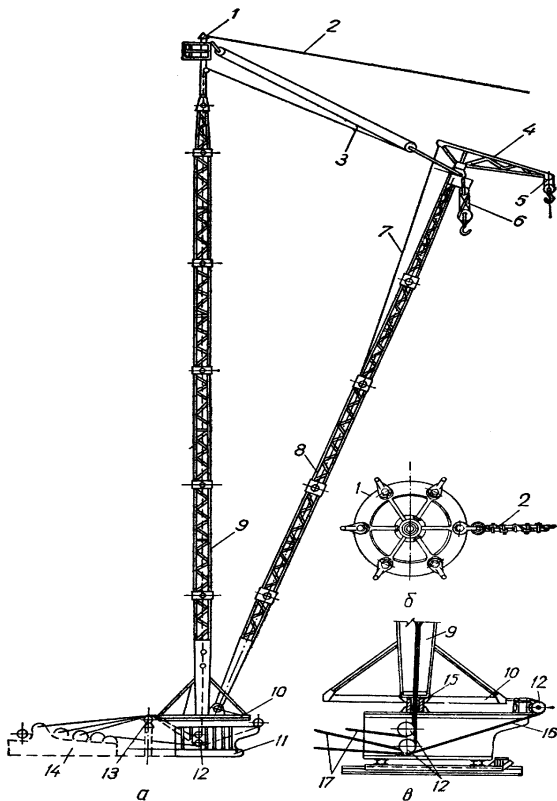


Рис. 11.16. Вантовий щоглово-стріловий кран:
а-загальний вигляд; б-наголовник; в-нижня опора крана

Стріла 8 щоглово-стрілових кранів утримується у похилому положенні стріловим поліспастом 3. збігаючи вітки канатів обох поліспастів через напрямні блоки вводяться всередину щогли до осі її обертання: канат стрілового поліспаста – у верхню частину щогли, а канат вантажного поліспаста – в нижню. Обидва канати проходять через отвір у п'яті щогли вниз і через напрямні блоки 12 і 13 ідуть на барабани лебідок 14, що встановлюються на віддалі 15...30 м від крана. Застосовують електрореверсивні та багатобарабанні фрикційні лебідки.

Деколи до наголовника основної стріли шарнірно закріплюють додаткову насадку – гусьок 4, що має свій вантажний поліспаст 5. вантажопідйомність гуська складає 20...25 % від вантажопідйомності основної стріли. Хвостова частина гуська утримується канатними тягами 7, закріпленими до стріли стяжками, які дозволяють змінювати кут нахилу гуська по відношенню до осі стріли. Наявність гуська (рис. 11.17, д, е, ж) збільшує виліт основної стріли і дозволяє вести монтаж конструкцій на більшій висоті. Вантажопідйомність крана є постійною на всіх вильотах стріли.

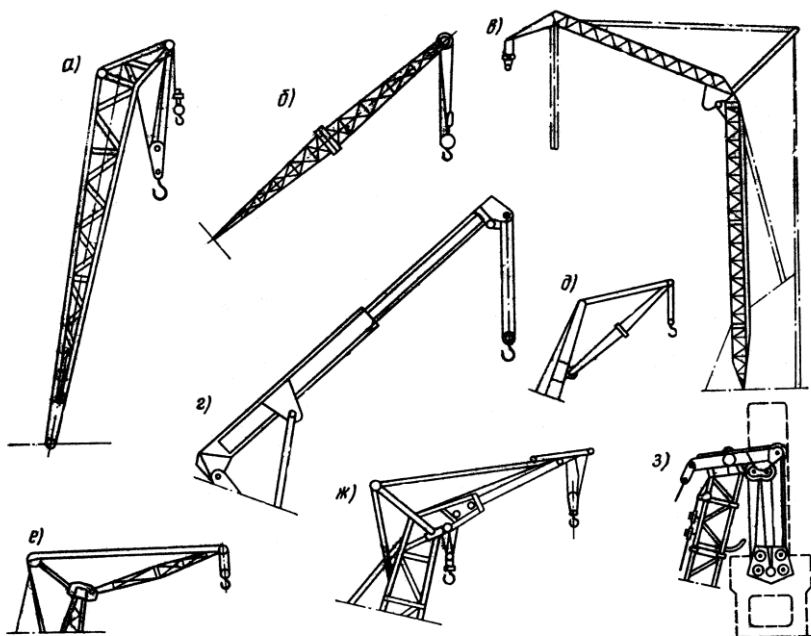


Рис. 11.17. Стрілове і баштово-стрілове обладнання:
а, б-стріли з жорстким наголовником і універсальна; в-баштово-стрілове обладнання; г-телескопічна стріла; д, е-керовані гуськи; ж-некерований гусьок; з-вилчастий наголовник

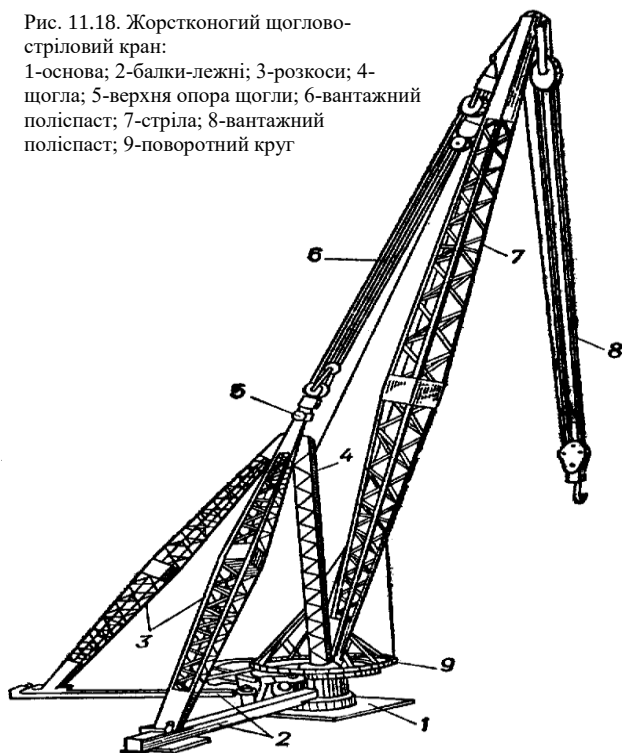
У вантових кранах стріла коротша від щогли на 20...40 %, а при куті нахилу стріли 30° її можна повертати на 360° . Вантажопідйомність вантових кранів – до 40 т.

Щоглово-стрілові крани прості за конструкцією і мають велику вантажопідйомність. Однак те, що вони встановлюються стаціонарно, значно обмежує область їхнього застосування: склади будівельних матеріалів і виробів, монтаж технологічного обладнання великих об'єктів.

Жорстконогі щоглово-стрілові крани (Рис. 11.18) відрізняються від вантових тим, що щогла 4 утворює разом із балками-лежнями 2 жорстку просторову конструкцію. Горизонтальні балки розвантажують фундамент від сприйняття горизонтальних навантажень. Відсутність вантів дає можливість робити стрілу цих кранів у 1,5...2,0 рази довшою від щогли. Однак наявність розкосів 3 обмежує кут повороту щогли зі стрілою в межах 270° , і звичайно не перевищує 240° . Вантажопідйомність їх 0,75...35 т.

Рис. 11.18. Жорстконогий щоглово-стріловий кран:

1-основа; 2-балки-лежні; 3-розкоси; 4-щогла; 5-верхня опора щогли; 6-вантажний поліспаст; 7-стріла; 8-вантажний поліспаст; 9-поворотний круг



Козлові крани (Рис. 11.19) широко застосовують для монтажу великогабового обладнання, для подачі будівельних матеріалів та конструкцій при зведенні монолітних споруд. Ці крани мають вантажопідйомність 1...500 т.

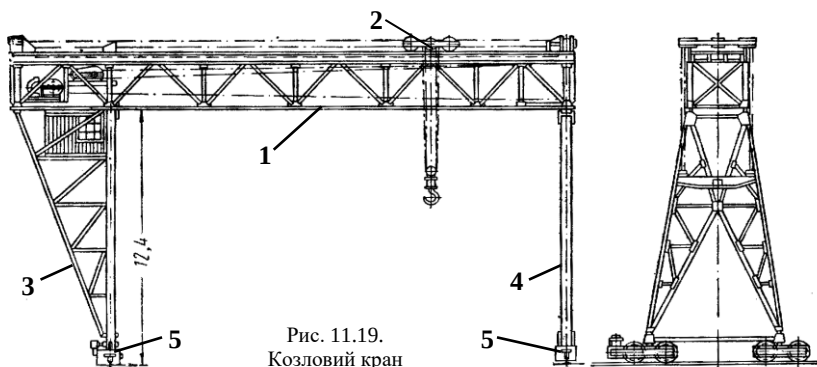


Рис. 11.19.
Козловий кран

Козлові крани являють собою пересувну прольотну конструкцію (мостову балку чи ферму 1, вздовж якої пересувається візок 2, що несе механізм підйому. Балка чи ферма крана опирається на дві ноги 3 та 4, обладнані ходовими рейковими візками 5 з механізмом пересування 6. Опорні ноги крана жорстко кріпляться до ферми, а при великих прольотах (більше 30 м) одна з ніг як правило має шарнірне кріплення для компенсації можливих температурних змін довжини ферми.

Кабельні крани застосовують при будівництві дамб, мостів, промислових будівель та на великих складах. Кран складається з двох опор 1, звичайно баштових. Між опорами натягується канат 3, по якому рухається візок 4 із поліспастом. Опори можуть бути нерухомими (закріплюються на фундаменті і фіксуються вантами 2. При такій конструкції кран обслуговує тільки вузьку зону. У рухомих кранів опори пересуваються по рейках, причому обидві опори можуть рухатися паралельно чи одна опора закріплена нерухомо, а інша рухається по рейці, що являє собою дугу кола.

Вантажопідйомність та довжина прольоту кабельних кранів є різними в залежності від їх призначення. Для малоповерхового житлового будівництва застосовують стаціонарні та пересувні кабельні крани вантажопідйомністю до 5 т. Для монтажу конструкцій важких цехів застосовують крани вантажопідйомністю 5...15 т. Для завантажувально-розвантажувальних робіт на складах застосовують кран вантажопідйомністю 1,5...25 т з прольотом 250 м. Для гідротехнічного будівництва прольоти кранів сягають 1 км, а вантажопідйомність до 150 т.

Привід каната для підйому вантажу і пересування візка здійснюється лебідкою. Для безпеки роботи на лебідках встановлюють кінцеві вимикачі, що обмежують висоту підйому та довжину пересування візка.

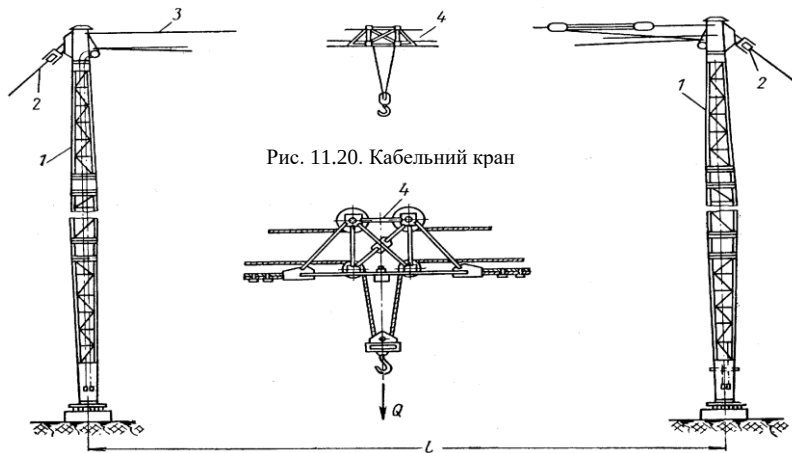


Рис. 11.20. Кабельний кран

Баштові будівельні крани є провідними вантажопідіймними машинами у будівництві і призначені для механізації будівельно-монтажних робіт при зведенні житлових, промислових та громадських будівель і споруд, а також для виконання різноманітних завантажувально-розвантажувальних робіт на складах, полігонах та перевантажувальних площадках. Вони забезпечують вертикальне і горизонтальне транспортування будівельних конструкцій, елементів будівель і будівельних матеріалів безпосередньо до робочого місця улюб'яй точці будованого об'єкта.

Робочими рухами баштових кранів є підйом і опускання вантажу, зміни вильоту стріли з вантажем, поворот стріли на 360°, пересування самохідного крана. Усі баштові крани обладнані багатодвигуновим електроприводом із живленням від мережі змінного струму, напругою 220/380 В. У загальному випадку кожен баштовий кран – це поворотний кран з підйомною чи балковою стрілою, шарнірно закріпленою у верхній частині вертикально розміщеної башти.

Класифікація

За призначенням:

- для будівельно-монтажних робіт (БМР) у житловому, цивільному та промисловому будівництві;
- для обслуговування складів і полігонів заводів ЗБВ і конструкцій;
- для подачі бетону на гідротехнічному будівництві.

За конструкцією башт:

- з поворотною;
- з неповоротною баштою.

Башти можуть бути постійної довжини та розсувні (телескопічні).

За способом встановлення:

- пересувні;
- стаціонарні;
- самопідйомні.

Пересувні БК (рис. 11.21, а) за типом ходового пристрою поділяються на рейкові, автомобільні, на спецшасі автомобільного типу, пневмоколісні чи гусеничні.

Стаціонарні БК не мають ходового пристрою і встановлюються поблизу будівлі чи споруди на фундаменті. При зведенні будівель великої висоти пересувні і стаціонарні крани для підвищення їх міцності і стійкості кріплять до будованої споруди.

Закріплені до будівлі стаціонарні крани називають **приставними** (рис. 11.21, б), а пересувні крани, що працюють як приставні – **універсальними**.

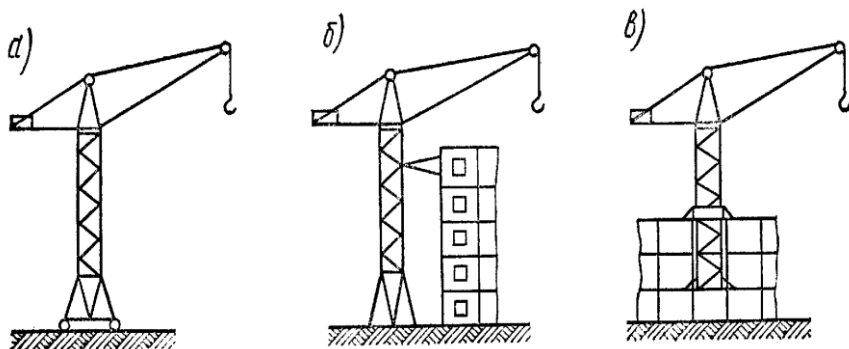


Рис. 11.21. Баштові крани

Самопідйомні крани (рис. 11.21, в) застосовують, в основному, на зведенні будівель і споруд великої висоти, що мають металевий чи потужний залізобетонний монолітний каркас, що служить їх опорою. Пересування самопідйомних кранів вгору здійснюється з допомогою власних механізмів по мірі зведення будівлі.

Один від одного стрілові крани відрізняються технічними та технологічними параметрами. Для збільшення вильоту стріли застосовують додаткові пристрої – гуськи або дзьоби із допоміжним гаком, а також спеціальні наголовники: жорсткі та вилкоподібні.

Баштові пересувні крани являють собою рейковий вільностоячий поворотний кран із закріпленою у верхній частині башти стрілою. Крани перевозять у зібраному вигляді на буксирі, або в розібраному на підкатних осях.

Баштові крани обладнуються підйомними або балковими стрілами. **Підйомні стріли** мають на кінці головний блок, через який проходить вантажний канат з підвішеним до нього гаком. Для зміни положення гака (у плані) необхідно або підняти стрілу, або перемістити кран по рейках з одночасним поворотом башти чи наголовника. При **балковій стрілі** гак підвішений до вантажного візка, який переміщається вздовж стріли. Для

зміни положення вантажу (у плані) достатньо перемістити вантажний візок із одночасним поворотом башти чи наголовника, на що витрачається менше часу та електроенергії, ніж при підйомі стріли. Крім того, меншим є розхитування вантажу, що спрощує монтаж. Суттєвою перевагою баштових кранів над стріловими є майже повне використання підстрілового простору. Це знижує потребу у вільній території будмайданчика, що важливо в умовах міської забудови та при реконструкції діючих підприємств.

Ще однією дуже важливою перевагою баштових кранів є незмінність або незначне зниження вантажопідйомності при збільшенні вильоту гака. Це досягається спеціальним влаштуванням баласту, розміщеного на ходовій рамі або переміщенням контрвантажів на противагній консолі.

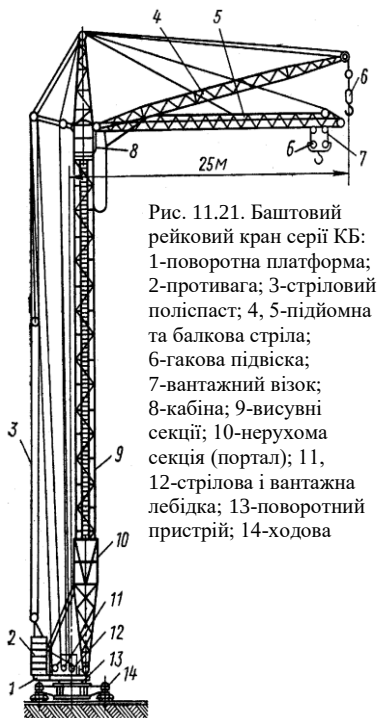


Рис. 11.21. Баштовий рейковий кран серії КБ:
1-поворотна платформа;
2-противага; 3-стріловий поліспаст; 4, 5-підйомна та балкова стріла;
6-гакова підвіска;
7-вантажний візок;
8-кабіна; 9-висувні секції; 10-нерухома секція (портал); 11, 12-стрілова і вантажна лебідка; 13-поворотний пристрій; 14-ходова

Система індексації баштових кранів (рис. 11.22):

КБ – кран баштовий;

КБМ – кран баштовий модульної системи;

КБР – кран баштовий для ремонту будівель;

КБГ – кран баштовий для гідротехнічного будівництва.

Після крапки вказують порядковий номер виконання крана (0...9), який може відрізнитися від базової моделі довжиною стріли, висотою підйому, вантажопідйомністю. У позначенні базових моделей номер виконання "0" як правило не ставиться.

Модернізація – зміна моделі без зміни основних параметрів.

Кліматичне виконання:

ХЛ – холодний клімат;

Т – тропічний;

ТВ – тропічний вологий.

Для помірного клімату відповідного буквеного позначення немає.

Наприклад, індекс КБ-405.1А розшифровується наступним чином: кран баштовий, 4-ї розмірної групи, з поворотною баштою, першого виконання, першої модернізації, для помірного клімату.

Системи автоматизації на баштових кранах застосовуються у пристроях, що забезпечують роботу крана: обмежувачі кінцевих положень механізмів, вантажопідйомності, вказівники вильоту, анеометри, тупикові упори на підкрановій колії та інше.

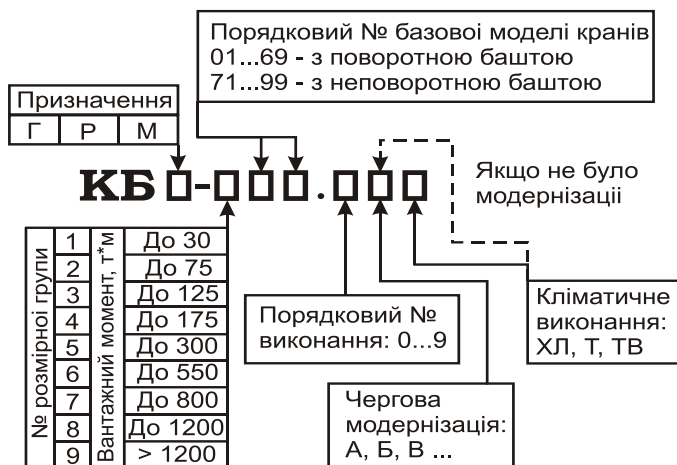


Рис. 11.22. Система індексації баштових

На баштовому крані встановлюють ряд обмежувачів (рис. 11.23):

пересування – для автоматичної зупинки механізму пересування перед підходом крана до тупикових упорів;

повороту - для автоматичної зупинки механізму повороту після здійснення краном із кільцевим моноприймником певної к-сті обертів;

кута нахилу стріли – для автоматичної зупинки стрілової лебідки;

висоти підйому – для автоматичного відключення вантажної лебідки перед підходом гакової підвіски до стріли;

вантажопідйомності - для автоматичного відключення вантажної і стрілової лебідок при підйомі вантажу, маса якого на 10% перевищує номінальну вантажопідйомність на даному вильоті.

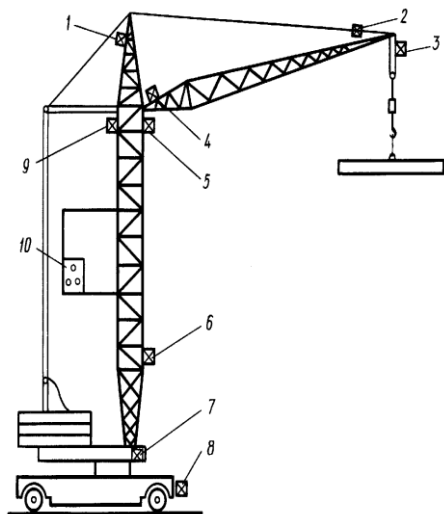


Рис. 11.23. Схема розташування автоматичних пристроїв контролю на баштовому крані:
1-датчик анемометра; 2- датчик зусилля;
3-обмежувач висоти підйому гака; 4- датчик кута;
5-виконавчий пристрій; 6- обмежувач висоти підйому башти; 7- обмежувач повороту; 8- обмежувач пересування; 9- виконавчий пристрій анемометра; 10-блок керування обмежувачем вантажопідйомності

У стрілових кранів основними небезпечними зонами є лінії електропередач. Тому в новіших кранах із телескопічною стрілою передбачені датчики. Крім того є обмежувачі на перевантаження.

Стійкість кранів проти перекидання забезпечується їх власною масою і перевіряється у робочому і неробочому станах. Розрізняють **вантажну та власну стійкість**.

Вантажна стійкість характеризує стійкість крана з підвішеним вантажем при можливому перекиданні його у бік вантажу.

Власна стійкість характеризує стійкість крана у неробочому стані (без робочого вантажу) при можливому перекиданні його у бік противажної частини крана (контрвантажу). Показником стійкості є коефіцієнт стійкості.

Коефіцієнт вантажної стійкості k_1 являє собою відношення відновлюваного моменту M_e , що створюється масою усіх частин крана, із врахуванням додаткових навантажень (вітрове навантаження, інерційні сили), а також вплив максимально допустимого при роботі ухилу площадки чи підкранового шляху до перекидного моменту M_n , що створюється масою робочого вантажу. Числове значення k_1 підраховується при розміщенні стріли у плані перпендикулярно ребру перекидання

$$k_1 = \frac{M_e}{M_n} \geq 1,15$$

При роботі крана на горизонтальній площадці без врахування додаткових навантажень та ухилу шляху, коефіцієнт вантажної стійкості повинен бути не менше 1,4.

Контрольні запитання:

- 1.Опишіть зупини та гальмівні пристрої.
- 2.Призначення поліспаста, приклади застосування. Кратність поліспаст
- 3.Машини для підйому. Призначення та класифікація домкратів.
- 4.Талі та лебідки, призначення, основні параметри і класифікація.
- 5.Будівельні підйомники. Основні параметри і класифікація.
- 6.Самохідні стрілові крани. Призначення, класифікація.
- 7.Легкі переносні та консольно-балкові крани.
- 8.Стрілові стаціонарні крани.
- 9.Вантові щоглово-стрілові крани.
- 10.Жорстконогі щоглово-стрілові крани.
- 11.Козлові та кабельні крани.
- 12.Баштові крани. Призначення, класифікація, основні параметри.
- 13.Дайте визначення поняттю «стійкість кранів».

Список використаних джерел

1. Будівельна техніка та виробнича база будівництва. Електронний посібник для студентів напрямку підготовки 192 «Будівництво» денної та заочної форми навчання / О.С. Чапук. Луцьк: ЛНТУ, 2023.
https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/%D0%91%D0%A6%D0%86%201/index.html
2. Будівельна техніка. 2-ге вид., перер. і доп. Підр. з грифом МОН / За ред. Онищенко В.О. КОНДОР. 2025.
3. **Шаповал С.В.** Будівельна техніка та виробнича база будівництва : конспект лекцій для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія». — Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2019.
<https://eprints.kname.edu.ua/54097/>
4. **Шаповал С.В., Болотських О.М.** Будівельна техніка та виробнича база будівництва : конспект лекцій для бакалаврів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія». — Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2020.
<https://eprints.kname.edu.ua/55792/>
5. **Амеліна Н.О., Майстренко А.А., Бердник О.Ю.** Виробнича база будівництва. Ч. 2. Виготовлення виробів і матеріалів для будівництва : конспект лекцій. — Київ : КНУБА, 2023.
<https://repository.knuba.edu.ua/items/c84c4f46-00b3-4769-a20e-7121c273d759>
6. Додатки у бетонах та розчинах: навчальний посібник Рек. ВР НУВГ/Дворкін Л.Й. КАРАВЕЛА. 2025.
7. Будівельне матеріалознавство. Підручник. 2-ге вид. Дворкін Л.Й., Лаповська С.Д. КОНДОР. 2024.
8. Конструкції будівель і споруд. Металеві конструкції: навч. посіб. Рек. ВР КНУБА. І.О. Склярів, В.Г. Тонкачєєв, Т.С. Склярєва. КАРАВЕЛА. 2024.
- 9.5. Study of reinforcement adhesion to concrete under static and dynamic loads. Filipchuk S; Karavan V; Makarenko R; Nalepa O; Chapiuk O. INTERNATIONAL SCIENTIFIC SESSION ON APPLIED MECHANICS XI: Proceedings of the 11th International Conference on Applied Mechanics, AIP Conf. Proc. 2949, 020007 (2023) (Scopus)
<https://doi.org/10.1063/5.0165284>
10. Adhesion of the Metal and Composite Fiberglass Rebar with the Heavyweight Concrete. Chapiuk O, Oreshkin D, Hryshkova A, Pakholiuk O, Avramenko Y. Proceedings of the 4th International Conference on Building Innovations Springer International Publishing 2022/5/19 47-60 pp (Scopus)
https://doi.org/10.1007/978-3-031-17385-1_5
11. Deformability of reinforced concrete beams under the action of repeated alternating loads. Korniychuck O., Masiuk G. , Homon S., Aleksiievets I., Chapiuk O., Kaynts D., Rizak V. VII International Conference “In-service

Damage of Materials: Diagnostics and Prediction (DMDP 2023) (Scopus) Procedia Structural Integrity. Volume 59, 2024, Pages 575-582.

<https://doi.org/10.1016/j.prostr.2024.04.081>

12. Stability of slabs made of high-strength concrete subjected to dynamic influence. Filipchuk S, Karavan V, Nalepa O, Chapiuk O, Pakholiuk O. VII International Conference “In-service Damage of Materials: Diagnostics and Prediction (DMDP 2023) (Scopus) Procedia Structural Integrity. Volume 59, 2024, Pages 588-594.

<https://doi.org/10.1016/j.prostr.2024.04.083>

13. Study of the mechanical properties of coniferous wood of different ages at standard humidity. Homon S, Gomom P, Gomom S, Litnitskyi S, Boyarska I, Chapiuk O, Chornomaz N. VII International Conference “In-service Damage of Materials: Diagnostics and Prediction (DMDP 2023) (Scopus) Procedia Structural Integrity Volume 59, 2024, Pages 588-594.

<https://doi.org/10.1016/j.prostr.2024.04.077>

14. Збільшення зчеплення бетону зі склокомпонитною арматурою за рахунок покриття спеціальними речовинами, як варіант оптимізації виробничої бази будівництва. О. Чапюк, А. Гришкова, Д. Кислюк, О. Пахолук, С. Філіпчук. Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві: зб. наук. праць – Луцьк: ЛНТУ, 2020. – Вип. 13. – С. 71-85 . 0,375 друк. арк.

[https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2020-3\(13\)-09](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2020-3(13)-09)

15. Забезпеченість українського ринку будівельної техніки вантажопідйомним обладнанням та його сервісним обслуговуванням. О. Чапюк, О. Пахолук. Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві: зб. наук. праць – Луцьк: ЛНТУ, 2020. – Вип. 13. – С. 71-85.

[https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2020-3\(13\)-09](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2020-3(13)-09)

Будівельна техніка та виробнича база будівництва [текст]: конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освітньо-професійної програми «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 Архітектура та будівництво (G Інженерія, виробництво та будівництво) спеціальності 192 (G19) Будівництво та цивільна інженерія денної та заочної форм навчання / укладачі О. ЧАПЮК, О. ПАХОЛЮК. – Луцьк: ЛНТУ, 2026. – 164 с.

Комп'ютерний набір та верстка О. Чапюк

Редактор О. Чапюк

Підп. до друку ”_____” _____ 2026 р. Формат 60x84/16.
Папір офс. Гарн. Таймс. Ум. друк. арк. ____ . Обл. -вид. арк. 10,125
Тираж 50 прим.

Інформаційно-видавничий відділ
Луцького національного технічного університету
43018, м. Луцьк, вул. Львівська, 75.
Друк - IBV ЛНТУ