

Тема 1. Вступні відомості.

Всесвітні морські перевезення. Сучасне становище та перспективні тенденції в розвитку портів Чорноморського регіону. Перспективи морських перевезень навалювально – насипних вантажів.

Насипні вантажі за своїм обсягом займають у морських перевезеннях друге місце після наливних та становлять понад 2 млрд. тон на рік.

У загальному потоці вантажних вантажів виділяється п'ять найважливіших груп:

- залізна руда;
- вугілля;
- зерно;
- фосфати;
- боксити

Обсяг залізняку і концентратів припадає приблизно 1/2 обсягу морських перевезень навалювальних вантажів. Зі збільшенням видобутку руди зростало її надходження на світовий ринок, яке за останні 20-25 років майже потроїлося, і відповідно помітно збільшилося перекидання цього вантажу морським транспортом. Близько 80% зовнішньоторговельних поставок руди виконується морськими трасами. Вони проходять у різних районах океану від багатих залізрудних родовищ до віддалених них великих центрів металургії. Оцінка загальних геологічних запасів залізняку дозволяє говорити про те, що найбагатші залізною рудою країни СНД, на другому місці Зарубіжна Азія, де особливо виділяються ресурси Китаю та Індії, на третьому – Латинська Америка з величезними запасами Бразилії, на четвертому – Африка, де великими запасами мають ПАР, Алжир, Лівія, Мавританія, Ліберія, на п'ятому – Північна Америка, на шостому – Австралія. Світове виробництво залізняку в 1990 році вперше досягло рівня 1 млрд т, але при цьому сумарний видобуток тільки країн СНД, Китаю, Бразилії, Австралії становить 2/3 загальносвітової. Причому, якщо 30 - 40 років тому майже весь видобуток був зосереджений в економічно розвинених країнах, то зараз галузь швидше зростає в країнах, що розвиваються. Бразилія та Республіка Корея, наприклад, стали обганяти по виплавці стали Великобританію та Францію.

Світові достовірні та ймовірні запаси залізняку оцінюються за вмістом заліза більш ніж у 150 млрд. тонн. Запаси у перерахунку на вміст заліза:

- Росія – 18%
- Бразилія – 18%
- Австралія - 14%
- Україна – 11%
- Китай – 9%
- Індія - 5%
- США – 3%
- Інші - 22%

Загалом у світі щорічно видобувається приблизно 1 млрд т залізної руди, їх понад половину світової видобутку посідає три країни – Китай (23%), Бразилію (17%) і Австралію (13%).

Видобуток залізняку в цих країнах швидко зростає. У великій кількості залізняку видобувають також Росія, Україна, США, Індія, Канада, Венесуела, Франція, Казахстан та ін. Найбільші її експортери – Бразилія та Австралія, що забезпечують близько 60% світового експорту.

Багато країн світу, зокрема видобувають залізну руду – США, Великобританія, Італія, Китай та інших., її імпортують. Найбільші імпортери - Японія, ФРН, Республіка Корея.

Найбільш потужний вантажопотік залізняку (понад 70 млн. тонн) проходить з Австралії до Японії, куди водночас надходить руда з Індії, країн Південно-Східної Азії та Південної Америки. У європейські країни «Спільного ринку» рудні вантажопотоки спрямовані зі Швеції, Бразилії та країн Західної Африки – Ліберії та Мавританії. США отримують руду морем із Канади, країн Латинської Америки та Західної Африки.

Останнім часом помітно збільшилася дальність морських перевезень залізняку. Якщо у минулому металургійні заводи будувалися зазвичай поблизу кам'яновугільних родовищ, тепер головним критерієм стали короткі відстані від залізрудних розробок до зручних вивезення морем ділянок узбережжя, оскільки перевезення руди на спеціалізованих крупнотоннажних судах економічно вигідна.

Обсяг ринку морських перевезень вугілля зріс за 2019 рік на 0,7%, чому сприяло збільшення видобутку в Китаї та Індонезії, а також зростання

експорту з Індонезії, Австралії, Росії та Канади, повідомляє Reuters з посиланням на дані німецького Союзу імпортерів вугілля VDKI.

Як пише ЦТС з посиланням на РЗ-Партнер, за оцінками союзу, сукупні обсяги імпорту та експорту зросли минулого року до 1,218 млрд т порівняно з 1,21 млрд т у 2018 році. Обсяги перевезень коксівного вугілля, що у виробництві сталі, скоротилися на 1%, до 287 млн т. Торгівля енергетичним вугіллям зросла на 1,2%, до 932 млн т.

Приріст попиту значною мірою був забезпечений Індією, де запуск нових електростанцій збільшив імпорт на 5,3% до 235 млн т, в основному з Австралії, Індонезії та Китаю, повідомляє VDKI.

Південна Корея скоротила імпорт на 7% на тлі посилення законодавства, покликаного покращити якість повітря. Проте на більшій частині Азіатсько-Тихоокеанського регіону альтернативи вугіллю поки що немає, зазначає союз.

Атлантичний ринок помітно скоротився і натомість посилення ролі поновлюваної енергетики у енергопостачанні розвинених країн. Крім того, Західна Європа отримала відносно дешеву альтернативу вугіллю у вигляді газу внаслідок формування надмірної пропозиції.

Окремо VDKI відзначає різке скорочення обсягу імпорту вугілля до Німеччини у 2019 році.

Раніше цього місяця Hellenic Shipping News повідомляв з посиланням на судового брокера Banchero Costa, що за 11 місяців 2019 року імпорт вугілля до Європи (без Росії та Туреччини) склав 105,7 млн т, що на 15,2% менше, ніж за аналогічний період 2018 року. Імпорт до Німеччини за період із січня по листопад скоротився на 9,3% (щодо аналогічного періоду роком раніше) і становив 10,8 млн т.

Морські перевезення навалочних вантажів у таких обсягах можливі лише при комплексному вирішенні двох завдань:

- ☐ збільшення одиничного дедвейту (вантажомісткості) спеціалізованих суден (балкерів або комбінованих);
- ☐ збільшення пропускної спроможності спеціалізованих комплексів для вантажних вантажів у морських портах.

Балкери призначені для перевезення різних навантажувальних вантажів, таких як руда, вугілля, мінеральні добрива, будматеріали або зерно, а також будь-який вантаж, який можна просто засипати в трюми без упаковки, тобто навалом або насипом. Розрізняють судна вузькоспеціалізовані - рудовози,

цементовози, вуглевози, зерновози, лісовози та універсальні, що перевозять будь-які навалочні вантажі.

Класифікація балкерів за дедвейтом:

Міні-балкер з дедвейтом до 10 000 тонн призначені в основному для каботажного плавання.

Seawaymax відноситься до суден, максимальні розміри яких дозволяють проходити водним шляхом Св. Лаврентія (назва системи каналів і шлюзів від Монреалю до озера Ері, включаючи канал Велленда і водний шлях Великими озерами) з Атлантичного океану Великі озера в Північній Америці. Максимальні розміри суден відповідно менше: довжина – 225,6 м (740 футів), ширина – 23,8 м (78 футів), осадку – 7,9 м (26 футів). Крім обмежень на шлюзах, є окремі ділянки на каналах з лімітуючими опадами 12,5 м, 10,7 м, 11,3 м та 8,2 м.

Handysize і Handymax (від англ. Handy - зручний) традиційно складають найпоширеніші судна для перевезення сухих навантажувальних вантажів, що мають дедвейт до 60000 тонн. Судна Handymax зазвичай мають довжину 150-200 м. Головною особливістю балкерів типу Handymax є власні крани, вантажопідйомністю в середньому 30 тонн, що дозволяє їм здійснювати вантажні роботи дешевше і в портах, де не передбачені вантажні засоби для навантаження/розвантаження балкерів.

Panamax – балкери названі так через обмеження в розмірах суден, що проходять через Панамський канал: ширина до 32,31 м, довжина найбільша до 294,13 м, осадка до 12,04 м у прісній тропічній воді, висота найбільша – 57,91 м. Середній дедвейт цих кораблів становить 65 000 тонн. В основному вони перевозять вугілля та зерно.

Capesize (від англ. cape - мис, size - розмір) - суден, які через свої великі розміри не можуть проходити через Панамський або Суецький канали і змушені огинати мис Горн Південної Америки або мис Доброї Надії на півдні Африки. Зазвичай вони мають дедвейт понад 150 тис. т. Є рудовози дедвейтом до 400 тис. т. Такі судна вузько спеціалізовані: 93% вантажу, що перевозиться, становлять вугілля і руда. Ці судна обслуговують глибоководні термінали.

Показники розрахункових судів – це найважливіші вихідні дані для правильного підбору портового перевантажувального устаткування. Від того, які судна обробляються або оброблятимуться на терміналі, залежить необхідна вантажна характеристика портального крана (залежність вантажопідйомності від вильоту стріли) або параметри судновантажної машини (довжина і висота стріли, діапазон ходу човна тощо).

Також розмірення балкерів і конструкція кришок, що закривають трюми, впливає на варіант конструктивного виконання купольного укриття «MANTIA», призначеного для захисту вантажу поміщеного в трюмі судна від атмосферних опадів при завантаженні гігроскопічних навалочних вантажів, а також захисту акваторії від пилу, що виникає.

Для вирішення першого завдання проектуються та будуються спеціалізовані судна для перевезення вугілля понад 200 тис. тонн, а для залізної руди та концентратів до 300 тис.тонн та більше.

У таблиці нижче наводимо таблицю з основними розмірами балкерів для транспортування вугілля. Судна для транспортування мінеральних добрив чи зерна матимуть близькі значення розмірів. Значні відхилення будуть у спеціалізованих судно-рудовозів через високу насипну щільність вантажу.

Розмір суден-балкерів для транспортування вугілля (обробка бази даних судів IHS Fairplay станом на січень 2016 р.)

Максимальна пропускна спроможність порту (спеціалізованого комплексу) залежить від кількості причалів та продуктивності перевантажувального обладнання.

Однак, ряд технічних характеристик порту (глибина підхідного каналу; тип, глибина і довжина причалу тощо параметри) можуть обмежувати дефакто суден, що викликає необхідність удосконалення гідротехнічних характеристик або об'єктів в цілому, а це потребує значних капітальних вкладень.

При розгляді випадку з розвантаженням-навантаженням суден на зовнішньому рейді із застосуванням плавучих перевантажувальних комплексів необхідно враховувати, що будь-яке додаткове навантаження вантажу впливає загальну вартість транспортування, тобто. підвищує вартість вантажу.

Цілком логічним є висновок необхідність підвищення пропускної спроможності порту з допомогою інтенсифікації вантажних робіт.

З досвіду роботи сучасних спеціалізованих комплексів можна отримати залежність від середньої продуктивності перевантажувальних робіт від вантажомісткості судів-балкерів.

Таблиця 1

**Середня продуктивність перевантажувальних робіт
на спеціалізованих комплексах, т/год**

Місткість судна, тис.рег.тонн	Рід вантажу			
	вугілля		зернові	
	навантаження	розвантаження	навантаження	розвантаження
35 - 50	1170	1040	1350	695
50 - 80	3525	1210	1750	1000
80 - 100	3400	1770	2300	1965
100 - 150	5780	2140	3445	2475
150 - 200	7175	2780	2630	2900
більше 200	9000	3720	2865	3100

З аналізу таблиці видно, що машини циклічної дії неспроможні забезпечити необхідну експлуатаційну продуктивність вантажних робіт.

Альтернативою машин циклічної дії є машини безперервної дії, що забезпечують переміщення вантажу суцільним потоком або порційно.

Цей вид обладнання, крім техніко-технологічних та економіко-експлуатаційних переваг, відповідає високим екологічним вимогам.

Тема 2. Загальні положення щодо технологічного проектування перевантажувальних комплексів.

Норми технологічного проектування. Компоновка території портів. Перевантажувальні комплекси універсального призначення з крановими схемами механізації та спеціалізовані для навалювальних вантажів.

Головне завдання технологічного проектування морського порту - отримання оптимального рішення порту як єдиного комплексу, що задовольняє вимогам безпечного прийому, найшвидшого завантаження-розвантаження та комплексного обслуговування сучасних і перспективних транспортних суден і відповідає умовам прогресивних способів перевезень на морському та суміжних видах транспорту. При цьому повинні бути забезпечені: задана пропускна спроможність порту або вантажообіг на розрахунковий рік, можливість розвитку порту за межами розрахункового періоду на віддалену перспективу та економічна доцільність прийнятих рішень.

Основними елементами технологічної структури проектного порту повинні бути технологічні перевантажувальні комплекси, що представляють сукупність технічних засобів (споруд, будівель, обладнання, пристроїв, транспортних та інженерних комунікацій), необхідних для прийому, завантаження-розвантаження, комплексного обслуговування морських транспортних залізничного, автомобільного, трубопровідного, річкового та інших суміжних видів транспорту.

Відповідно до сучасних та перспективних методів перевезення та перевантаження морський торговельний порт (залежно від структури вантажообігу) може мати у своєму складі технологічні перевантажувальні комплекси для:

контейнерів;

завантаження-розвантаження суден горизонтальним способом; обслуговування перевезень ліхтеровозами; обслуговування поромних перевезень;

генеральних вантажів, у тому числі перевезених на судах, що спеціалізуються на напрямках перевезень;

швидкопсувних вантажів (неконтейнеризованих); окремих видів небезпечних вантажів (у пожежному та санітарному відношенні), що вимагають відокремленої перевалки та зберігання;

масових навалочних вантажів (вугілля, руда, концентрати, хімічні вантажі, цемент та ін.); зерна;

лісових вантажів (пиломатеріали, круглий ліс, тріска): сирової нафти та нафтопродуктів; зріджених газів та хімічних наливних вантажів; харчових наливних вантажів (спирт, олія, вино, патока).

При проектуванні повинні бути дотримані умови раціонального розміщення порту, його території, акваторії та транспортних підходів у поєднанні з прилеглим населеним пунктом та промисловими підприємствами з переробки сировини та випуску продукції, що доставляють і відправляються морськими суднами, з урахуванням їх перспективного розвитку та у зв'язку з проектом (схемою). Обов'язковому розгляду у проекті підлягають виникаючі під час створення порту (технологічного перевантажувального комплексу) соціальні та екологічні проблеми; при цьому повинні бути розроблені заходи, що забезпечують ефективний захист та охорону навколишнього середовища.

У проекті морського порту мають бути враховані існуючі та намічені до будівництва спеціалізовані портові комплекси, що належать іншим відомствам і здійснюють окремі види транспортних операцій:

транспортно-складські підприємства галузевого профілю - портові елеватори, портові холодильники, лісоперевалочні бази, морські перевалочні бази Головнофлєтснаба, бази зріджених газів, рідких хімічних, рідких харчових вантажів, а також експортні бази Міністерства зовнішньої торгівлі та інші перевалочні бази клієнтури;

індустріальні портові райони (гавані), що належать великим промисловим комплексам, зовнішній вантажообіг яких пов'язані з морськими перевезеннями (металургійні заводи, лісокомбінати, гірничозбагачувальні підприємства та інших.).

Залежно від конкретних умов проєктованих об'єктів відомчі комплекси можуть розташовуватися: на території та акваторії порту; суміжно з ними; на окремих майданчиках, віддалених від порту.

Основні розміри і кількість портових споруд і пристроїв, а також кількість технологічних ліній і технологічного обладнання, що визначають пропускну спроможність порту (технологічного перевантажувального комплексу), розраховуються на заданий для даного об'єкта розрахунковий рік і встановлений розрахунковий вантажообіг, за винятком зазначених нижче

елементів порту, параметри яких визначаються з урахуванням прогнозованого суднообігу:

перспективні глибини портової акваторії;

перспективні глибини та довжини причальних споруд;

розміри у плані загальної акваторії порту, внутрішніх рейдів та басейнів та ширина входних воріт;

загальні розміри та ширина портової території.

З урахуванням перспективного значення порту, його суднообігу та вантажообігу, природних умов, насамперед геологічної будови дна на акваторії та підходах до порту, та інших факторів у проєкті повинні бути визначені максимальні розмірення суден, які в перспективі можуть бути прийняті та обслужені портом, завантажені та розвантажені. і намічених на перспективу. У розрахунку на зазначені судна для кожного технологічного перевантажувального комплексу визначаються: перспективна глибина акваторії та її загальні розміри, перспективна глибина та довжина причальних споруд, а також глибини, що створюються при будівництві причалів комплексу та на його акваторії.

Примітки:

1. Під перспективною глибиною причалу слід розуміти найбільшу глибину, яка потрібна для прийому перспективного судна з максимальною осадкою і яку можна отримати без посилення конструкції причалу.

2. Глибина, створювана при будівництві причалу, визначається виходячи з необхідності прийому розрахункового судна з найбільшим осадом. В подальшому за необхідності прийому суден з осадкою, що перевищує осад розрахункового судна, глибина причалу повинна бути відповідно збільшена.

У проєкті мають бути визначені загальні розміри акваторії порту, які встановлюються, виходячи з необхідності:

створення умов для безпечного маневрування та підходу суден до причалів; найбільш сприятливих хвильових умов; зручної та безпечної роботи суден транспортного та портового флоту при виконанні вантажних та пасажирських операцій, постачанні, обслуговуванні та відстої;

розміщення на акваторії суден, що базуються в порту: технічного флоту, службово-допоміжного флоту пароплавств, підрядної будівельної організації та інших відомств, з урахуванням їх безпечного підходу та стоянки.

Загальні розміри акваторії порту, ширина вхідних воріт у порт, розміри та планові обриси вхідного рейду та басейнів визначаються з урахуванням прогнозованої зміни розмірів суден на тривалу перспективу та перспективного суднообігу.

Розміри інших елементів акваторії (операційна акваторія, внутрішні суднові ходи, рейди для перевантажувальних операцій на плаву, для відстою транспортних суден та ін.) встановлюються на заданий розрахунковий рік і розрахункові типи судів з урахуванням можливості в подальшому збільшення розмірів окремих елементів акваторії, при необхідності зростання суден.

При встановленні в проєкті загальних розмірів та ширини портової території необхідно задовольнити наступним вимогам:

розміщення на портовій території споруд, будівель, пристроїв та комунікацій має бути компактным, виходячи з доцільного та економічного використання території, особливо штучно освіченої та прилеглої до причальних споруд;

загальні розміри території порту повинні бути визначені з урахуванням перспективного вантажообігу та раціонального розміщення всіх берегових об'єктів, необхідних для виконання технологічних і виробничих функцій порту та комплексного обслуговування суден транспортного флоту, а також берегових організацій, що базуються в даному порту (відомчі спеціалізовані портові комплекси, технічний флот;

ширина території операційної зони вантажних причалів приймається: на розрахунковий рік — відповідно до технологічних схем перевантажувальних робіт, встановлених у проєкті для розрахункового періоду; на перспективу - з урахуванням прогнозованого вдосконалення перевантажувальних процесів та застосування нових видів підйомно-транспортного обладнання;

можливість подальшого розвитку на віддалену перспективу як власне порту (включаючи об'єкти підсобно-виробничого та обслуговуючого призначення та комплексного обслуговування суден транспортного флоту); так і об'єктів всіх берегових організацій, що базуються в порту.

2. РАЙОНУВАННЯ ПОРТУ І СПЕЦІАЛІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ

2.1. При районуванні порту слід визначити: номенклатура районів порту; взаємне розміщення районів різного призначення; спеціалізація технологічних перевантажувальних комплексів.

2.2. Номенклатура районів порту включає:

а) вантажні райони - залежно від структури вантажообігу - генеральних, навалочних, лісових, зернових і наливних вантажів;

б) пасажирський район;

в) райони розташування об'єктів комплексного обслуговування суден транспортного флоту та загальнопортових об'єктів, що розміщуються в територіальних зонах:

загальнопортових об'єктів (режимна територія);

передпортової (нережимна територія).

Примітка. Залежно від умов роботи у складі проектного порту може бути більше одного вантажного району даного технологічного профілю (наприклад, два райони генеральних вантажів тощо).

2.3. Відповідно до структури та обсягу розрахункового вантажообігу з перерахованих у п. 2.2 вантажних районів можуть виділятися райони, утворені за ознакою видів плавання: - райони зовнішньоторговельних вантажів; каботажні.

2.4. Зі складу пасажирського району відповідно до обсягу та напрямку пасажиропотоків можуть бути виділені райони місцевих та приміських сполучень.

2.5. Залежно від складу та обсягу розрахункового вантажообігу та з урахуванням перспективного значення порту та прогнозованого вантажообігу в проекті, повинні бути визначені:

спеціалізовані технологічні перевантажувальні комплекси, оснащені відповідним спеціалізованим підйомно-транспортним обладнанням, призначені для перевалки конкретних видів вантажів і (або) обробки спеціалізованих суден (наприклад, для контейнерів, масових навалочних вантажів для обробки суден-контейнеровозів з горизонтальним навантаженням, суден ліхтеровозної);

технологічні перевантажувальні комплекси універсального призначення з кранової схемою механізації, призначені для перевалки генеральних вантажів критого і відкритого зберігання (паketованих і непакетованих), що перевозяться, як правило, на універсальних судах, та інших видів вантажів у разі недоцільності будівництва для їх перевалки.

2.6. Спеціалізовані технологічні перевантажувальні комплекси, зазначені у п. 2.5, передбачаються у складі відповідних вантажних районів (генеральних вантажів, навалочних вантажів та ін.) або у вигляді окремих спеціалізованих комплексів-районів (наприклад, контейнерного, вугільного тощо). Необхідність та доцільність організації спеціалізованих технологічних перевантажувальних комплексів-районів встановлюється у проекті залежно від обсягу вантажообігу, конкретних умов компонування порту та можливості розвитку на перспективу.

2.7. Для зріджених газів, наливних небезпечних вантажів, рефрижераторних вантажів (за наявності холодильника), зернових вантажів (за наявності стаціонарного елеватора), небезпечних розрядних вантажів (вибухових, отруйних) та інших, що вимагають спеціальних умов перевантаження і зберігання, організуються спеціалізовані вантажообігу.

2.8. Взаємне розташування районів різного призначення та технологічних перевантажувальних комплексів у складі окремих районів, зонування їх території та розміщення об'єктів комплексного обслуговування суден транспортного флоту встановлюються відповідно до нормативів з компонування морських портів.

ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНІ КОМПЛЕКСИ УНІВЕРСАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З КРАНОВИМИ СХЕМАМИ МЕХАНІЗАЦІЇ

1. ПК універсального призначення з крановою схемою механізації проектується для перевантаження генеральних вантажів критого та відкритого зберігання, включаючи швидкопсувні, а також лісових, великовагових та навалочних вантажів.

2. Основними технологічними елементами ПК універсального призначення є: морський вантажний фронт; вантажні фронти завантаження (розвантаження) рухомого складу суміжних видів транспорту; склади.

3. Перевантажувальне обладнання та кількість технологічних ліній даного профілю ПК визначають відповідно до параметрів, наведених на схемах механізації (рисунки 6.1 - 6.6).

4. На основі обраних схем механізації ПК розробляють технологію перевантаження вантажів проектною номенклатури із встановленням кожного з цих вантажів основних нормативних показників:

комплексна норма виробітку докерів, що виконують роботу за конкретною технологічною схемою (однієї технологічної лінії), т/зміну;

норма виробітку одного робітника комплексної бригади (ланки), що виконує роботу за конкретною технологічною схемою, т/чол-зміну.

5. Основні техніко-експлуатаційні показники технологічних ліній визначають залежно від класу вантажу та схеми механізації згідно з РД, а показники технічного рівня виробництва та будівельних рішень – за РД.

6. Визначення параметрів ПК проводять стосовно кожного перевантажуваного роду вантажу.

7. За розрахункову одиницю морського (річкового) вантажного фронту приймають причал прийому під обробку одного судна.

8. За розрахункову одиницю залізничного фронту приймають залізничний вантажний оперативний майданчик, призначений прийому під обробку однієї подачі залізничних вагонів.

Залізничний вантажний оперативний майданчик включає: вантажні шляхи для розміщення залізничних вагонів, прохідну (маневрову) колію, підйомно-транспортне обладнання, проїзди, підкранові колії, інженерні комунікації та інші облаштування, необхідні для приймання та обробки вагонів.

Величину однієї залізничної подачі визначають ставленням довжини вантажних колій до довжини вагона або за вузловою угодою з передпортовою станцією. Довжину вантажних колій визначають:

довжиною критого складу для вантажів, що зберігаються у критих складах;

довжиною причалу (за вирахуванням стрілочних переказів та протипожежних проїздів) для вантажів, що зберігаються на відкритих майданчиках.

9. До складу автомобільного вантажного фронту входять вантажні оперативні майданчики для стоянки та маневрування автомобілів під навантаженням та розвантаженням, місце стоянки автомобілів в очікуванні вантажно-розвантажувальних робіт, контрольно-пропускний пункт, оснащений за необхідності ваговими пристроями.

Малюнок 2.1 - СХЕМА МЕХАНІЗАЦІЇ №1.

Перевантажувальні комплекси універсального призначення з кранової схеми механізації для генеральних (змішаних) вантажів критого зберігання. Застосовується при короткостроковому зберіганні вантажів.

Малюнок 2.2 - СХЕМА МЕХАНІЗАЦІЇ №2.

Перевантажувальні комплекси універсального призначення з кранової схеми механізації для генеральних (змішаних) вантажів переважно критого зберігання. Застосовується при недостатній глибині території ПК та необхідності великої ємності прикордонного складу.

Малюнок 2.3 – СХЕМА МЕХАНІЗАЦІЇ N 3.

Перевантажувальні комплекси універсального призначення з крановою схемою механізації для вантажів відкритого зберігання металовантажів, обладнання включаючи важкоатлети і т.п.

Малюнок 2.4 - СХЕМА МЕХАНІЗАЦІЇ №4.

Перевантажувальні комплекси універсального призначення з крановою схемою механізації для круглого лісу.

Малюнок 2.5 - СХЕМА МЕХАНІЗАЦІЇ №5.

Спеціалізовані перевантажувальні комплекси для експортних пиломатеріалів, що підлягають критому зберіганню при переробці в пакетах.

Малюнок 2.6 - СХЕМА МЕХАНІЗАЦІЇ №6.

Перевантажувальні комплекси універсального призначення з крановою схемою механізації для навалочних вантажів відкритого зберігання: вугілля, руди тощо, що надходять до порту водним транспортом суднами дедвейтом до 25000 т і відвантажуються на залізницю, при вантажообігу до 1200 - 1400.

ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНІ КОМПЛЕКСИ, СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ДЛЯ НАВАТОЧНИХ ВАНТАЖІВ

1. Основними технологічними елементами ПК є: морський вантажний фронт-причал з береговою галереєю та суднорозвантажувальними чи судновантажними машинами залежно від спеціалізації ПК; залізничний вантажний фронт зі станцією завантаження чи розвантаження вагонів; залізничні колії з пристроями для подачі та прибирання вагонів; розморожуючий або інший пристрій для відновлення сипкості вантажу; вузол завантаження/розвантаження автотранспорту; склад для накопичення та короткострокового зберігання вантажу; центральний пульт керування; блок службово-побутових приміщень.

2. Основні схеми механізації та типи обладнання, що використовуються на причальному та тиловому фронтах ПК для навалочних вантажів, наведені на малюнках 7.1 – 7.3.

У проекті має бути показана доцільність використання в даних конкретних умовах однієї з схем, що рекомендуються, або розроблені інші схеми.

3. Транспортні характеристики навалочних вантажів, що впливають на вибір технологічного обладнання ПК, а також вимоги до основного та допоміжного обладнання, систем управління та сигналізації наведені в КД.

4. Технічний рівень прийнятих у проекті рішень має визначатися відповідно до КД.

5. Розрахунки основних параметрів ПК повинні виконуватись з використанням результатів розв'язання задач оптимізації технологічних процесів.

Оптимізація основних параметрів ПК здійснюється з метою визначення продуктивності технологічних ліній, місткості складу та вибору схеми механізації.

6. На передпроектних стадіях і попередніх розрахунків величину інтенсивності вантажно-розвантажувальних робіт визначають залежно від обраної схеми механізації як добуток середньозваженої продуктивності число технологічних ліній. Розрахункова величина інтенсивності вантажних робіт не повинна бути меншою за відповідну величину, зазначену в КД.

7. Місткість складу є одним із оптимізованих параметрів. Як критерій використовують величину простою судів біля причалу в очікуванні обробки.

Малюнок 1 - СХЕМА МЕХАНІЗАЦІЇ №1.

Спеціалізовані перевантажувальні комплекси для вивантаження навалочних вантажів відкритого зберігання вугілля, руди тощо при вантажообігу від 3,0 до 10,0 млн. т/р.

Малюнок 2 - СХЕМА МЕХАНІЗАЦІЇ №2.

Спеціалізовані перевантажувальні комплекси для вивантаження навантажувальних вантажів критого зберігання хімічних вантажів, концентратів тощо, вантажообіг від 1,2 до 3,0 млн. т/р.

Малюнок 3 - СХЕМА МЕХАНІЗАЦІЇ №3.

Спеціалізовані комплекси для зерна, що надходить до порту водним і відправляється залізничним транспортом, вантажообіг 2,0 млн. т/р.

Інтенсифікація перевантажувальних процесів є перспективним напрямом підвищення ефективності роботи морських портів. Найбільш доцільними напрямками цього процесу є: заміна перевантажувального обладнання на продуктивніше, модернізація (реконструкція) гідротехнічних та інших портових споруд, удосконалення організації та технології робіт на базі використання сучасної обчислювальної та інформаційно-комунікаційної техніки.

Найбільш ефективними ці заходи є при проектуванні та подальшому формуванні спеціалізованих перевантажувальних комплексів або перевантажувальних терміналів (ПТ).

Спеціалізований перевантажувальний комплекс - автономний виробничий об'єкт, що включає гідротехнічні та інші будівельні споруди, технічні засоби, комунікації та інженерно-технічні служби, необхідні для виконання всіх видів

робіт і послуг з передачі будь-якого заданого виду вантажу (декілька, близьких за транспортно-перевантажувальними властивостями) з одного виду транспорту на інший. Як правило, спеціалізація передбачає напрямок руху вантажопотоку (експорт/імпорт) та певний типаж водних та наземних транспортних засобів. СПК є необхідними елементами будь-якої транспортно-технологічної системи з доставки вантажів від постачальника (виробника) до споживача, а також одним із визначальних показників ефективності роботи національної та міжнародної транспортної мережі.

Найбільшою мірою ефективність функціонування СПК визначається вибором оптимальної схеми механізації, у т. ч. — типу та параметрів перевантажувального обладнання, специфіки технологічної взаємодії окремих об'єктів, особливостей параметрів та конструктивних особливостей транспортних засобів.

Сучасне портове перевантажувальне обладнання у зв'язку з конструктивними особливостями (насиченість елементами автоматизації, високоефективний гідропривід, наявність бортових мікропроцесорів тощо) характеризується високою вартістю: порталний кран г/п до 30 т — \$1,8 млн-\$2,2 млн; суднорозвантажувальна машина (СРМ) для навалочних вантажів - від \$3,0 млн. до \$4,5 млн.; причальний контейнерний перевантажувач від \$4,0 млн. до \$5,5 млн; колісний автотранспортний вантажопідйомністю 2,0 т - до \$25 тис.; колісний навантажувач для перевантаження контейнерів – від \$220 тис. до \$450 тис); вартість СПК для навантажувальних вантажів критого зберігання потужністю 2-5 млн. т/р сягає \$20-30 млн. (без урахування вартості об'єктів інфраструктури, авто- та залізничних колій).

Аналіз показників експлуатації в портах перевантажувального обладнання як складового елемента основних виробничих фондів свідчить про значне (на 32-40%) недовикористання його проектних (паспортних) потужностей і про вкрай низьке (від 12-15 до 45-55%) використання за часом. Основними причинами, що зумовили таку ситуацію (крім організаційно-технологічних недоліків) є: певна невідповідність конструктивно-технологічних можливостей наявних у розпорядженні порту перевантажувальних машин та інших технічних засобів комплексної механізації перевантажувальних робіт вимогам прогресивних технологій, використання перевантажувального обладнання не за їх прямим; відсутність відповідної ремонтно-технічної бази (у ряді випадків - і спеціалістів відповідного профілю та кваліфікації).

Організаційно-технічним недоліком, що знижує ефективність використання високопродуктивних перевантажувальних машин, є недостатня координація їх

роботи з наземним транспортом, що взаємодіє, в першу чергу — із залізничним. У зв'язку з цим у портах низки країн намітилася тенденція використання для доставки (вивезення) в оперативну зону деяких вантажів (в основному — навалочних) спеціалізованого транспорту — конвеєрного, підвісного (канатного, монорейкового) та трубопровідного (пневмо- та гідравлічного).

Вказані обставини зумовили включення до навчального плану спеціальності "Технологічне проектування перевантажувальних комплексів". Програма дисципліни розрахована на студентів з поглибленим вивченням технологічних аспектів використання портового перевантажувального обладнання та передбачає проведення практичних занять.

Мета проведення практичних занять - практичне вивчення основних положень технологічного проектування перевантажувальних комплексів, в першу чергу - на етапі визначення типу основного і допоміжного (причального, складського і т.д.) перевантажувального обладнання, розрахунку їх техніко-експлуатаційних параметрів, і т.п.

Вихідні дані під час проектування спеціалізованого перевантажувального комплексу

Проектування ПК виконується на основі вихідних даних, що надаються замовником відповідно до вимог КД "Еталони завдань на проектування".

Основними вихідними даними є:

- а) пропускна спроможність ПК і величина вантажообігу на розрахунковий рік введення ПК в експлуатацію і на перспективу, що визначаються технічним завданням на проектування;
- б) розподіл вантажообігу за видами транспорту (морський вантажний фронт - прибуття або відправлення; річковий вантажний фронт - прибуття або відправлення; залізничний фронт - прибуття або відправлення; автомобільний фронт - прибуття або відправлення);
- в) суднообіг з розподілом його за типами суден і типом максимального розрахункового судна на перспективу;

г) сезонні коефіцієнти нерівномірності (з морського флоту; з річкового флоту; з залізничного транспорту; з авто-транспорту);

д) тривалість навігації для морського та річкового флоту, режим роботи порту (кількість змін, тривалість робочого дня);

е) генеральний план (топографічна зйомка) території, що відводиться під будівництво ПК;

ж) терміни зберігання вантажу на складі, кількість сортів вантажу та партійність його прибуття чи відправлення на судах;

з) фізико-механічні властивості та транспортні характеристики вантажів; особливі вимоги до зберігання та транспортування вантажів;

к) проект норм гранично допустимих викидів (ПДВ) в атмосферу для району, у якому передбачається будівництво ПК.

Визначення основних параметрів спеціалізованого комплексу перевантаження.

При проектуванні спеціалізованого комплексу має бути обґрунтовано доцільність використання у даних конкретних умовах однієї з рекомендованих схем або розроблено та обґрунтовано інші схеми.

Визначення (розрахунки) основних параметрів ПК виконуються з використанням результатів розв'язання задач оптимізації технологічних процесів. Оптимізація основних параметрів ПК проводиться з метою визначення продуктивності технологічних ліній, місткості складу та вибору схеми механізації, що забезпечують найбільшу ефективність функціонування ПК (включаючи обробку транспортних засобів).

Визначення оптимальних параметрів провадиться у два етапи. На першому етапі виконується попереднє визначення параметрів функціональних елементів ПК з використанням каталогів перевантажувальних комплексів морських портів та схем перевантажувальних комплексів українських та зарубіжних портів.

На другому етапі методом варіювання продуктивністю технологічних ліній та ємністю складу уточнюються параметри функціональних елементів ПК при найменшому рівні витрат за його береговими функціональними елементами та флотом.

Залежно від конкретних умов ПК можуть розташовуватися безпосередньо на території порту, що діє, або на окремому майданчику в безпосередній близькості від одержувача вантажу.

На стадії проектування розглядається щонайменше двох конкурентоспроможних варіантів технологічного процесу компоновання генерального плану комплексу.

На підставі попередніх техніко-економічних та екологічних показників вибирається оптимальний варіант. У всіх випадках при проектуванні ПК враховується екологічна обстановка в районі комплексу та розроблятимуться проекти норм ПДВ та ПДС. При компонованні ПК слід вибирати найкоротші шляхи переміщення вантажу всередині комплексу. Розміщення будівель, споруд та комунікацій має бути компактним з метою економічного використання території та мінімальних енерговитрат.

Основні принципи компоновання спеціалізованого перевантажувального комплексу

Перевантажувальний комплекс (ПК) являє собою сукупність обладнання, будівель, споруд, транспортних та інженерних комунікацій, що забезпечують заданий технологічний процес. У загальному вигляді ПК для переробки навалочно-насипних вантажів складається з наступних основних функціональних елементів:

— морського вантажного фронту: причалу з береговою галереєю та суднорозвантажувальними чи судновантажними машинами залежно від спеціалізації ПК.

— річкового вантажного фронту: причалу з береговою галереєю та перевантажувальними машинами;

- залізничного вантажного фронту зі станцією завантаження чи вивантаження вагонів залежно від спеціалізації ПК;

- Залізничних колій з пристроями для подачі та виведення вагонів;

- Розморожує або іншого пристрою для відновлення сипучості вантажу;

- вузла завантаження/розвантаження автотранспорту;

- складу для накопичення та короткострокового зберігання вантажу;

- Центрального пульта управління;

- Блоку службово-побутових приміщень.

Проектування ПК повинен передувати аналіз вантажопотоків навалочних вантажів та екологічної обстановки для визначення доцільності концентрації одного або декількох сумісних видів вантажів на одному ПК в одному порту. При цьому необхідно враховувати можливість формування багатоцільового ПК, здатного проводити навантаження/розвантаження суден іншим видом на цьому ж або на сусідньому причалі.

У процесі технологічного проектування враховуються: транспортні характеристики вантажів, що впливають на вибір технологічного обладнання; відомі схеми механізації ПК, спеціалізованих для вивантаження ННГ, основні вимоги до компонування ПК, спеціалізованих на перевантаженні ННГ відкритого та закритого зберігання; загальні вимоги до основного та допоміжного обладнання, систем електрообладнання та електропостачання, управління та сигналізації; природоохоронні норми та вимоги при перевалюванні ННГ.

Загальні вимоги до технологічного обладнання перевантажувального комплексу

При проектуванні обладнання, призначеного для перевантаження вантажів, схильних до дроблення, сегрегації та пилу необхідно

- Значення висоти падіння вантажу приймати мінімальні;

— у місці падіння вантажу передбачати пристрої для пилоподавлення; поверхні закінчення вантажу розташовувати під мінімально можливим кутом нахилу;

- Передбачати плавне надходження потоку матеріалу на стрічку приймального конвеєра.

При проектуванні обладнання, призначеного для перевантаження вантажів, схильних до налипання, необхідно:

- Значення висоти падіння матеріалу приймати мінімально можливими; поверхні закінчення вантажу розташовувати під максимально можливим кутом нахилу;

— поверхні витікання (літєві частини жолобів) та зіткнення з вантажем (лобові листи пересипних пристроїв) футерувати із-носостійкими матеріалами з низьким коефіцієнтом тертя, конструктивно забезпечуючи легку їх заміну, а також оснащувати спонукальними очисними пристроями;

- передбачати засоби грубого та остаточного очищення конвеєрних стрічок; з'єднання суміжних стінок у бункерах та пересипних пристроях виконувати плавними, без кутів;
- при проектуванні конвеєрів повинні виконуватись вимоги СНіП та ДСТУ.

На пристроях для завантаження вагонів у місцях виходу потоку вантажу з бункерів повинні бути передбачені пристрої для видалення довгомірних предметів, а на конвеєрах, розташованих безпосередньо за вантажними бункерами — засоби металовиявлення та металовидалення для запобігання пошкодженню стрічки конейєра металевими предметами. На пристроях для розвантаження вагонів має бути передбачене обладнання для відновлення сипучості валкових вантажів, що злежалися на бункерах.

Для дозування кількості вантажу, завантаженого у вагони, та їх зважування повинні передбачатися вагові пристрої з використанням важільних або тензометричних ваг. Вагові пристрої повинні бути також передбачені на конвеєрах, розташованих перед пристроєм для завантаження вагонів і після/перед причальними перевантажувальними машинами. Терези повинні поставлятися в комплекті з вторинною апаратурою, яка передає показання на центральний пульт управління (ЦПУ) перевантажувальним комплексом. У свою чергу, на ЦПУ повинні бути передбачені пристрої, що підсумовують кількість матеріалу, що відвантажується.

Точність зважування встановлюється з урахуванням вимог, що передбачені відповідними нормативами.

На кожній технологічній лінії для контролю якості вантажу навалки, що знаходиться в русі, повинні бути передбачені пристрої для механізованого відбору проб, що забезпечують відбір проб відповідно до нормативних вимог.

Маневрові пристрої, що використовуються на ПК, спеціалізованих для вивантаження навалочних вантажів, повинні вибиратися з урахуванням нормативних вимог.

На візках, що скидають, що використовуються для завантаження штабелів на валочних вантажів, слід передбачати телескопічні спускні труби та інші пристрої для зниження пилу. При проектуванні: бункерів і силосів слід дотримуватись нормативних вимог; складів для зберігання хімічних навалочних вантажів - враховувати вимоги щодо захисту від корозії будівельних конструкцій.

При проектуванні відкритих складських майданчиків для зберігання негігроскопічних навалочних вантажів повинна бути передбачена система пилоподавлення, що забезпечує зрошення всього складу як за площею, так і за висотою штабеля. Зазначена система повинна бути розрахована на роботу при позитивній температурі і мати пристрої осушення (продування) для можливості консервації при негативній температурі атмосферного повітря.

Визначення геометричних параметрів суднорозвантажувальної машини

При виборі основних геометричних параметрів суднорозвантажувальної машини (СРМ) враховуються:

- Рід перевантажуваного вантажу та його головні фізико-механічні властивості (з урахуванням їх переробки тим чи іншим типом СРМ, в першу чергу - її вертикальним підйомником);
- Тип, основні розміри, інші характеристики та конструктивні особливості вантажних приміщень проектного судна);
- Характеристика причального споруди;
- технологічна схема перевантаження;
- Вид взаємодіючого наземного транспорту.

Встановлені у виконанні справжнього заняття геометричні параметри використовують у ході наступних практичних занять.

Визначення основних конструктивно-технологічних розмірів СРМ (висоти вертикального витягу, довжини стрілового конвеєра та інших) провадиться з урахуванням головних розмірів розрахункового типу судна та його конструктивних особливостей, а також вимог нормативних документів у частині технологічного проектування СКНГ та умов забезпечення працездатності машини.

Розрахунок основних технікоексплуатаційних параметрів альтернативних СРМ

Чинники, що зумовлюють остаточний вибір СРМ, можуть бути представлені як технікотехнологічні, економічні та соціально-екологічні. Остаточне вирішення питання визначається з урахуванням системного аналізу всіх груп показників і дуже трудомістким. Тому для оперативної оцінки доцільності вибору типу та параметрів СРМ може бути використаний наближений метод, який полягає у порівнянні енергоємності альтернативних типів СРМ.

Класифікаційною ознакою СРМ прийнятий спосіб переміщення вантажу (механічний, пневматичний), тип та конструктивне виконання вертикального підйомника СРМ. Відповідно до цього критерію розрізняють СРМ:

- елеваторно-конвеєрного типу (ЕКМ);
- Машини з подвійним конвеєром (МДК);
- скребково-конвеєрні машини (СКМ);
- Машини з гвинтовими конвеєрами (МВК);
- Машини зі спеціальним конвеєром (МСК);
- Пневмоперевантажувальні машини (ППМ).

Розрахунок основних техніко-експлуатаційних параметрів альтернативних СРМ виконується з метою вибору оптимального типу машини, причому як критерій вибору прийнято мінімум витрат на енергозабезпечення (електроенергію).

У процесі розрахунку визначаються основні енергетичні параметри кожної з типів машини, що розглядаються. Для об'єктивної оцінки величини енергоспоживання машини кожного зіставного типу розрахунок виконується як т.зв. основних (технологічних) механізмів (привід вертикального підйомника, стрілового та інших можливих конвеєрів машини, а також потужність приводу допоміжних механізмів та пристроїв конвеєра (установлювальних рухів) — підйому та повороту стрілового конвеєра, пересування машини тощо).

Визначення техніко-економічних показників перевантажувального комплексу

Ефективність нового (проектowanego) перевантажувального комплексу визначається такими показниками, що нормуються.

Технічна продуктивність перевантажувального обладнання.

Залежно від виду вантажу та спеціалізації ПК вибирається рекомендована схема механізації та типи перевантажувального обладнання, що входять до однієї технологічної лінії. Величина технічної продуктивності обраного типу обладнання має бути в межах, зазначених за цією схемою. При виборі типу устаткування слід враховувати реальну можливість постачання вітчизняного чи зарубіжного устаткування із заданими характеристиками на момент будівництва ПК.

Середньозважена продуктивність однієї технологічної лінії.

За обраною величиною технічної продуктивності перевантажувального обладнання розраховується відповідна величина експлуатаційної продуктивності однієї технологічної лінії.

Пропускна спроможність ПК.

На передпроектних стадіях і попередніх розрахунків величина пропускної спроможності визначається залежно від обраної схеми механізації як виробництво середньозваженої продуктивності число технологічних ліній. Розрахункова величина пропускної спроможності не повинна бути меншою за відповідну величину, зазначену в РД.

Оптимальна кількість технологічних ліній визначається на стадіях ТЕО

Потрібна кількість причалів визначається як співвідношення величин заданої та розрахункової пропускної спроможності.

Тривалість навігації визначається у проекті залежно від природних умов у районі розміщення комплексу та по трасі плавання, типів суден та тривалості навігації у кореспондуючих портах.

Проектні глибини та довжина причалу визначаються за максимальним розрахунковим судном.

Місткість складу є одним із оптимізованих параметрів. Як критерій використовується величина простою флоту біля причалів в очікуванні обробки. На стадії ТЕО ця величина уточнюється і в залежності від конкретних умов території, що відводиться під забудову комплексу та його компонування.

Продуктивність праці розраховується одного працівника ПК.

Вимоги вибухо- та пожежної безпеки, техніки безпеки праці та виробничої санітарії, охорони навколишнього природного середовища при проектуванні враховуються згідно з чинними нормативними документами.

Вимоги до системи електропостачання та електроустаткування перевантажувального комплексу

Споживачі електроенергії ПК загалом щодо забезпечення надійності електропостачання ставляться до електроприймачів другої категорії.

У всіх випадках, коли це допустимо за умов приводу, слід використовувати електродвигуни змінного струму. Як електроприводи конвеєрів, як правило, застосовують асинхронні електродвигуни з короткозамкненим або фазовим ротором. Електропривод повинен бути розрахований з урахуванням запуску при завантажених стрічках конвеєрів. Електродвигуни потужністю до 200 кВт, як правило, вибирають напругою 380 В; потужністю 200-500 кВт – напругою 660 В, 6 кВ; потужністю понад 500 кВт - напругою 610 кВ.

Тема 3. Причальні та складські машини.

Класифікація, типи, характеристики. Конструктивно - технологічні особистості, техніко-економічні і якісні показники. Суднонавантажувальні та судноразвантажувальні машини. Загальне улаштування, особистості вибору параметрів, розрахунки. Кінематична взаємодія окремих машин в складних системах.

Середня продуктивність перевантажувальних робіт на спеціалізованих комплексах

Місткість судна Тис.рег.тонн	Рід вантажу			
	вугілля		зернові	
	навантаження	вивантаження	навантаження	вивантаження
35 - 50	1170	1040	1350	695
50 – 80	3525	1210	1750	1000

80 – 100	3400	1770	2300	1965
100 – 150	5780	2140	2245	2475
150 – 200	7175	2780	2630	2900
Більш 200	9000	3720	2865	3100

Суднорозвантажувальне обладнання безперервної дії								
Портові машини та установки				Суднові вантажні пристрої				
Транспортування суцільним потоком				Порційне та комбіноване транспортування				
Пристрої з тяговим органом				Пристрої без тягового органу				
Елева- торно конвеє рна СРМ	СРМ зі скребк овим конвеє ром	СРМ з «подві йним» стрічко вим конв.	СРМ зі «спеціа льної» стрічко ю конв	СРМ З гвинто вим конв.	Пнев мо- транс портн е	Гідр о- тран спор тне	Ків- шово транс портн е	Ковшо ве з гравіта ційним наповн енням



Механічні судновантажні машини від італійської компанії HP Handling розроблені для завантаження кораблів вантажністю до 120 000 DWT. Переваги механічних суднонавантажувачів:

- Зменшення пилу та екологічність
- Скорочення загального часу завантаження судна
- Адаптація під існуючий суднонавантажувач

Основні характеристики механічних суднонавантажувачів:

- Стаціонарне або мобільне виконання (на рейках чи колесах)
- Продуктивність від 100 т/год до 2000 т/год
- Система підключення / відключення з саморегуючою системою пилоподавлення
- Низьке енергоспоживання під час експлуатації
- Пікова потужність на 10-15% вища за номінальну

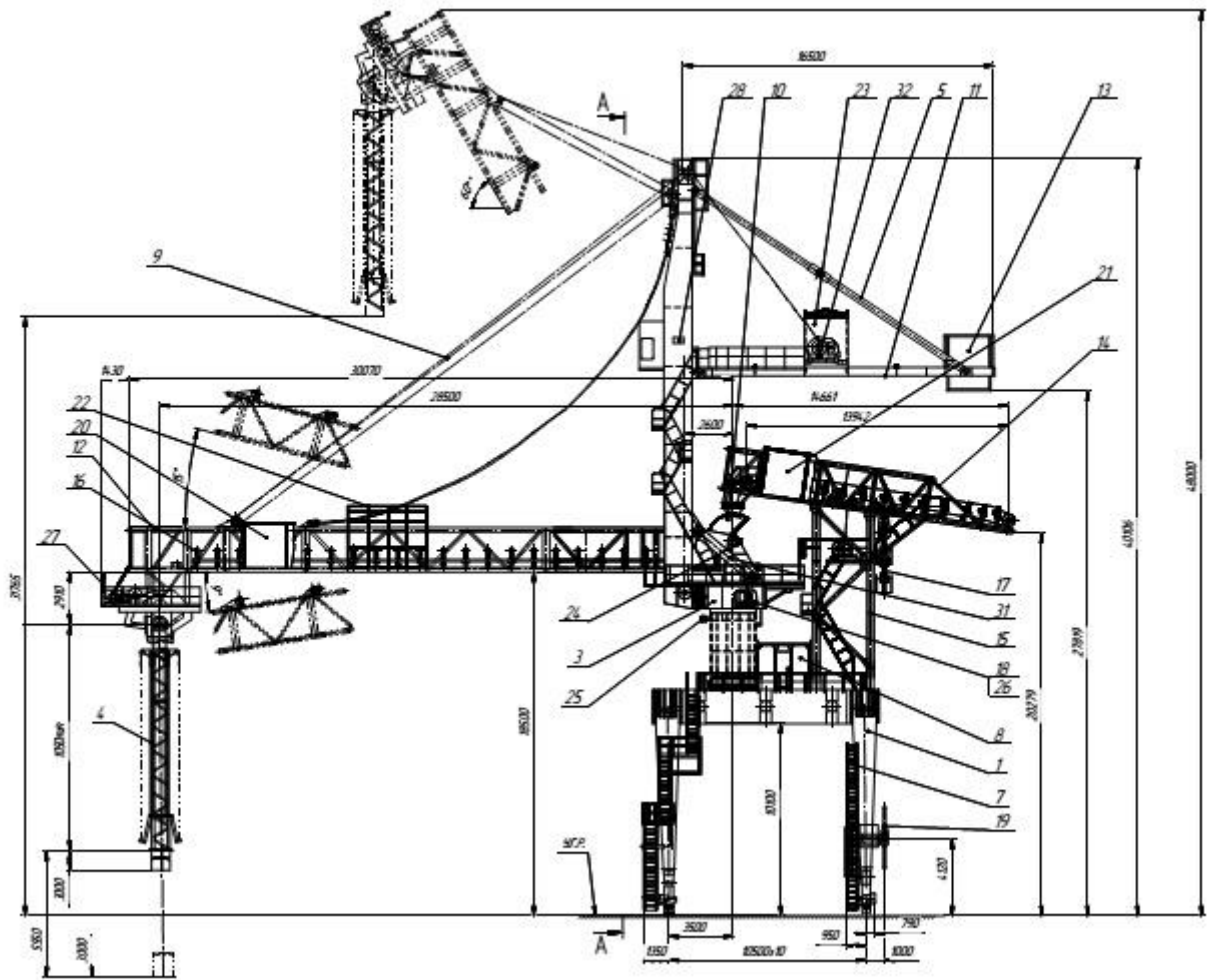
- Надзвичайна універсальність під час роботи завдяки широкому діапазону переміщення



Система пилоподавлення механічних судновантажних машин для зерна працює як гальмівний буфер для уповільнення потоку продукту та зменшення утворення пилу. Поворотне кільце, що рухається електродвигуном з редуктором, обертається, направляючи при цьому потік продукту в люк. Нижня частина пристрою пилоподавлення забезпечена регульованою заслінкою, яка автоматично встановлює свій отвір для утворення пробки продукту, що зупиняє утворення пилу. У місцях, найбільш схильних до зносу, застосовується облицювання керамічною плиткою.

Суднонавантажувальна машина СПМ-1200КК

Надійна судновантажна машина вітчизняного виробництва



Технічна характеристика СПМ-1200КК

Продуктивність, максимальна, т/год 1200

Перевантажуваний матеріал зерно

Насипна маса, кг/куб.м 750

Кут природного укосу 25° 35°

Колія, м 10,5

База порталу, м 14

Довжина стріли від осі обертання до осі хобота, м 28,5

Кут повороту стріли у горизонтальній площині 180°

Кут підйому стріли: при завантаженні суден від -9° до $+15^{\circ}$

у неробочому стані 60°

Тип їздової рейки Р65 ГОСТ 4344:2004

Розрахункове навантаження ходового колеса на рейку, кН 260

Підведення живлення гнучкий кабель

Рід струму та напруга 380В, 50Гц

Температура навколишнього середовища, град: неробочого стану нижче -50° , вище $+60^{\circ}\text{C}$

робочого стану від -40 ° до +40 ° С

Механізм пересування машини:

Балансирні візки ходові 2-х колісні приводні, шт.

Балансирні візки ходові 2-х колісні холості, шт 2

Швидкість пересування, м/с 0,28

Діаметр ходового колеса, мм 600

Електродвигун: тип Sg 160L-8

потужність (ПВ=40%), квт 7,5 частота обертання, об/хв. 705

Редуктор: тип 1Ц2У-200-40-22У1 4шт.

1Ц2У-200-40-11У1 4шт. передавальне число, і 40

Відкрита зубчаста пара із зовнішнім зачепленням - передавальне число, і 2,07

Гальмо, тип ТКГ200МУ2

Захват протиугінний: тип ручний

утримувальні зусилля, кН 60

кількість, шт 6

Механізм підйому стріли:

Тягове зусилля лебідки, т 2х4

Електродвигун: тип 2Sg 280М6

потужність, квт 55

частота обертання 985

Редуктор: тип Ц2-650-40-34МУ1

передавальне число, і 40

Час повного підйому стріли, хв 4,75

Гальмо, тип ТКГ400-МУ2

Гальмо аварійне, тип дисковий

Канат, ГОСТ 2688-80 19,5-Г-I-ОЖ-Н-1770

Відтяжка робоча (нерухомий канат) ГОСТ 2688-80 46,5-Г-I-ОЖ-Н-1860

Робочі можливості встановлення

Машина для перевалки зернових культур у портах та припортових зонах працює від мережі напругою 380 В (частота 50 Гц). Електроживлення подається через зносостійкий гнучкий кабель.

Робочі можливості установки забезпечують надійну навантажувальну стрілу і потужний двигун. Стріла завдовжки 28,5 м (від хобота до осі обертання) має кут природного укосу 25–35° та обертається у горизонтальній площині до 180°. При виконанні вантажних робіт кут підйому варіюється від -9 ° до +15 °, а в неробочому стані становить 60 °.

У рух установку наводить трифазний електродвигун 2Sg 280M6 з частотою обертання 985 об/хв і потужністю 55 кВт. Для повного підняття стріли йому достатньо 4,75 хвилини, враховуючи, що тягове зусилля лебідки становить 2х4 т.

На навантажувачі працює гальмо типу ТКГ400-МУ2 із широким діапазоном гальмівних моментів. Такі властивості йому забезпечують штовхачі різних типорозмірів. За рахунок використання електрогідравлічного приводу гальмування відбувається м'яко та рівно. Для аварійної зупинки роботи установки передбачено дискове гальмо.

Надійний та продуктивний механізм

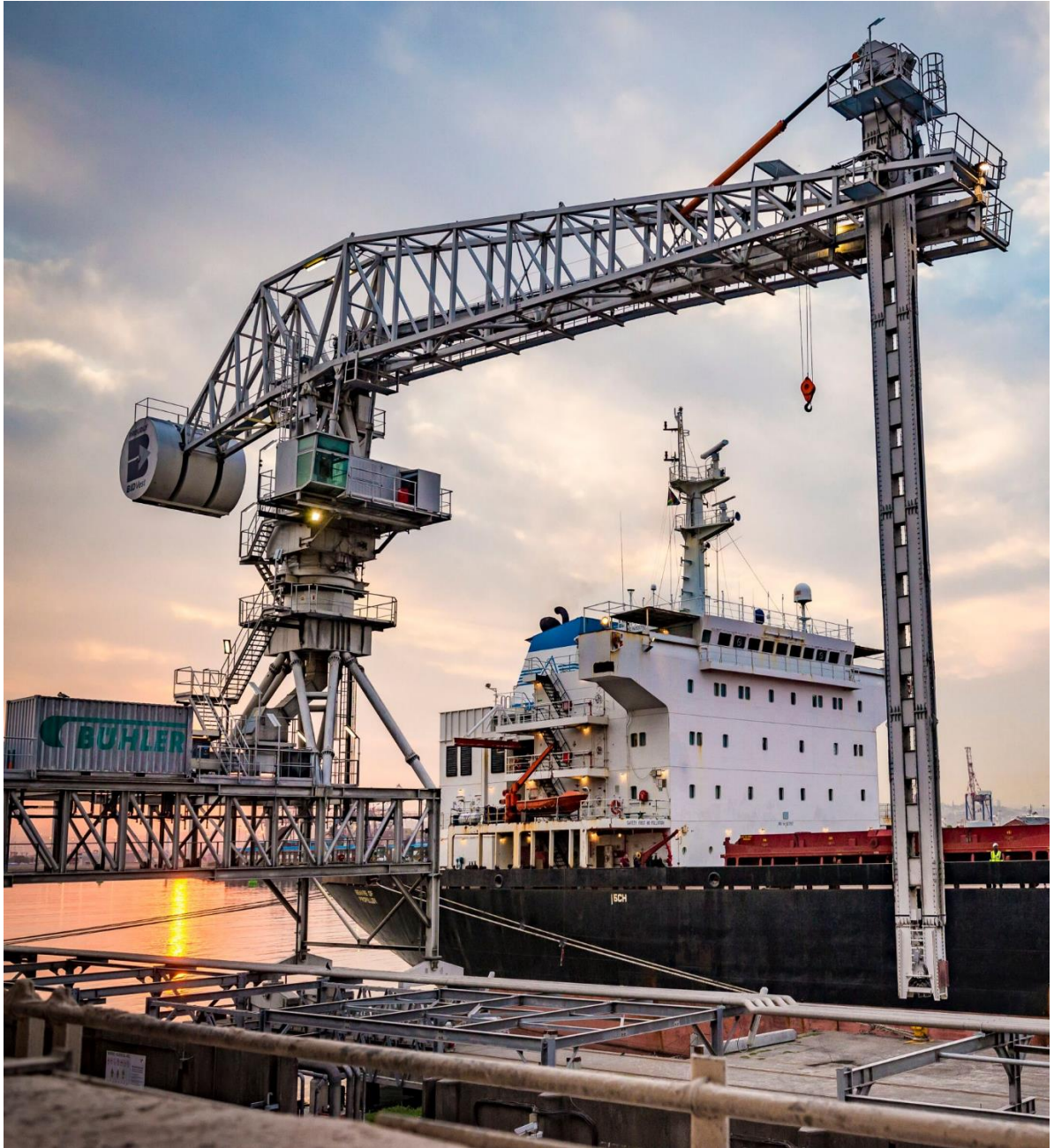
Для пересування навантажувача передбачено десять балансирних двоколісних ходових візків із діаметром ходового колеса 600 мм. Дві з них неодружені, а решта вісім — приводні. У рух їх наводить трифазний електродвигун Sg 160L-8. Потужність багатошвидкісного двигуна з короткозамкненим ротором становить 7,5 кВт при частоті обертання 705 об/хв. Він дозволяє навантажувачу розвивати швидкість пересування до 0,28 м/с. Мобільна, маневрена конструкція швидко монтується, проста та надійна в експлуатації. Високу продуктивність при вантажних роботах забезпечують якісні комплектуючі. Сервісне обслуговування здійснюється в максимально стислий термін, що мінімізує періоди вимушених простоїв.

Технічна продуктивність вантажної машини

$$P_{\text{тп}} = 3600 C_p \gamma_v B^2 U_{\text{стр}}$$

Технічна продуктивність скребової розвантажувальної машини

$$P_{\text{т.п.ск}} = 3600 K_{\Gamma} K_y K_c B_k h_c \gamma_{\text{гр}} U_c$$



Технічна продуктивність ковшової розвантажувальної машини

$$P_{\text{т.п.ковш.}} = 3600 \phi_k V_k a_k \gamma_v U_k$$



Судновий розвантажувач з ланцюговим ланцюгом, що підходить для палубних барж. Ланцюговий ківш суднового розвантажувача ланцюгового ланцюгового ковша не має жорсткого кронштейна на ділянці вилучення матеріалу та підвішений. Бункер, що працює на палубі, може плавати вгору і вниз разом з палубою, коли судно трясеться, тому бункер може бути поруч із каютою. Очна робота з можливістю оформлення товару. До ланцюгового суднорозвантажувального пристрою пред'являються вимоги до рівня води та типу судна. Перепад рівня води не повинен перевищувати 5 метрів, тому підходить для плоских баржів.



Порівняно з традиційними грейферними розвантажувачами він має такі переваги:

- * Висока ефективність розвантаження суден: Середня ефективність розвантаження суден з ланцюговими ківшами, включаючи стадію очищення, може досягати більше 55-60% від номінальної продуктивності, тоді як у грейферних розвантажувачів зазвичай лише 45-50%. Судновий розвантажувач із ланцюговим ковшем може змінювати форму головки для регенерації матеріалу, щоб максимізувати вилучення матеріалу.

- * Захист навколишнього середовища: Коли судновий розвантажувач з ланцюговим ковшем працює, матеріали можна транспортувати в герметичному стані, не викликаючи літання пилу. Під час роботи немає частих операцій запуску та гальмування, тому шум невеликий. Під час роботи грейферний розвантажувач виділятиме летючий пил.

- * Енергозбереження: Судовий розвантажувач з ланцюговим ковшем не вимагає частого прискорення, уповільнення, запуску та гальмування, а його енергоспоживання на 30% нижче, ніж у грейферного розвантажувача. За статистикою, енергоспоживання ланцюгових ковшових суднових

розвантажувачів становить 1 МДж/т~1,26 МДж/т, тоді як енергоспоживання грейферних розвантажувачів становить 1,62 МДж/т~1,8 МДж/т.

* Мала маса: Його маса, як правило, менше, ніж у грейферного розвантажувача при такому ж вильоті та продуктивності (особливо у грейферного розвантажувача тролейного типу).

* Стабільна робота: Безперервний метод роботи, стабільна робота.

* Автоматизована робота: Судновий розвантажувач має однаковий процес регенерації в кожному шарі робочої поверхні, зручний у роботі та легко реалізується автоматизація.

Основні технічні параметри

* Виробнича потужність: 400-3000т/год.

* Щільність матеріалу: 0.5-2.5 т/м³.

* Розмір частинок матеріалу: 0-300 мм.

* Швидкість руху візка: 0.1-20 м/хв.

* Швидкість обертання ковша підйомного ланцюга: 0-0,45 об/хв.

* Швидкість ланцюга ковша підйомного ланцюга: 0.2-1.65 м/с.

* Кут повороту консольного крана: ± 90 градусів.

* Радіус повороту консольного крана: 20-50 м-коду.

* Швидкість обертання консольного крана: 0.-0.09 об/хв.

* Ширина колії: 12,5-30м.

* Максимальне навантаження на колесо: 300-500кН.

* Режим джерела живлення: кабельний барабан/безпечна ковзна контактна лінія.

* Режим управління: управління програмою ПЛК, ручна та одиночна дія.

Гвинтова суднова розвантажувальна машина може бути поділена на самохідні, стаціонарні та плаваючі типи залежно від того, чи можна переміщати всю машину та її положення. Вони підходять для різних систем завантаження та розвантаження.



Безперервна робота: Повністю закрыта шнекова система подачі забезпечує відсутність викидів пилу під час розвантаження.

Екологічність: Робота в закритому стані запобігає забрудненню та захищає навколишнє середовище.

Компактна конструкція: Менші розміри та вага в порівнянні з іншими безперервними системами розвантаження суден.

Енергоефективність: Низьке енергоспоживання для ефективної обробки сипких матеріалів.

Універсальне застосування: Підходить для вугілля, цементу, зерна, добрив та калійних солей.

Високоякісні матеріали: Виготовлена з високоякісної сталі та комплектуючих провідних виробників.

Надійна робота: Надійна та довговічна конструкція, призначена для тривалої експлуатації у морських портах.

Низькі експлуатаційні витрати: Розроблено з урахуванням мінімальних вимог щодо обслуговування та високої ефективності.

Технічна продуктивність шнекової розвантажувальної машини

$$P_{\text{т.п.шн.}} = 47 \phi_{\text{ш}} D_{\text{ш}} S_{\text{ш}} \gamma_{\text{гр}} n_{\text{ш}} k_{\text{ш}}$$

На новому зерновому терміналі в Маріупольському порту задіють суднонавантажувач NEUERO



Будівництво зернового терміналу у ДП «Маріупольський морський торговельний порт» планомірно рухається до завершального етапу. Після закінчення будівництва перевалку здійснюватиме судновантажна машина німецької компанії NEUERO.

Устаткування експлуатують у Маріупольському порту з 2019 року. Поки зерновий термінал будується, судновантажна машина обробляє зерна на причалах 1-го вантажного району.

Потужність обладнання складає 1000 т/годину.

«Машина повністю відповідає сучасним вимогам: у роботі можуть бути задіяні практично всі види зернових, а після завершення будівництва терміналу NEUERO зможе показати всю свою міць», — зазначили в Маріупольському порту.

Технічна продуктивність розвантажувальної машини пневматичної дії

$$P_{\text{т.п.пн.}} = 2,8 D_{\text{т}}^2 \mu \gamma_{\text{в}} U_{\text{в}}$$

Тема 4. Визначення оптимальних параметрів спеціалізованого перевантажувального обладнання для навалювально-насипних вантажів

Головне завдання технологічного проектування морського порту - отримання оптимального рішення порту як єдиного комплексу, що задовольняє вимогам безпечного прийому, найшвидшого завантаження-розвантаження та комплексного обслуговування сучасних та перспективних транспортних суден та відповідає умовам прогресивних способів перевезень на морському та суміжних видах транспорту.

При цьому мають бути забезпечені: задана пропускна спроможність порту або вантажообіг на розрахунковий рік, можливість розвитку порту за межами розрахункового періоду на віддалену перспективу, екологічна безпека та економічна доцільність прийнятих рішень.

Основними елементами технологічної структури проектного порту є перевантажувальні комплекси (ПК). приймання (передачі) вантажів із залізничного, річкового, автомобільного, трубопровідного та інших суміжних видів транспорту.

Відповідно до сучасних та перспективних методів перевезення та перевантаження вантажів морський торговельний порт залежно від структури вантажообігу може мати у своєму складі перевантажувальні комплекси для навалочно-насипних вантажів (вугілля, руда, хімічні вантажі, мінерально-будівельні вантажі, цукор-сирець, зернові та зернофуражні вантажі та ін.).

На початкових стадіях проектування слід розглядати, як правило, не менше двох конкурентоспроможних варіантів технологічного процесу та компонування генерального плану перевантажувального комплексу.

Розрахункові показники технічного рівня виробництва та будівельних рішень, отримані при проектуванні нових, реконструкції та модернізації діючих морських портів, перевантажувальних комплексів та окремих об'єктів повинні бути не нижчими за нормативні або аналогічні прогресивні показники.

На основі кількісних та якісних показників, одержаних при розробці відповідних розділів проекту, виконуються розрахунки ефективності інвестицій.

1. Визначення геометричних параметрів СРМ

При виборі основних геометричних параметрів СРМ враховуються: рід вантажу, що перевантажується, і його головні фізико-механічні властивості (з урахуванням можливих їх порушень при переробці тим чи іншим типом СРМ, в першу чергу – її вертикальним підйомником); тип, основні розміри, інші показники та конструктивні особливості вантажних приміщень проектного судна (додаток 2); характеристика причальної споруди; технологічна схема навантаження; взаємодіючий наземний транспорт. Фактори, що зумовлюють остаточний вибір СРМ, можуть бути представлені як техніко-технологічні, економічні та соціально-екологічні. Остаточне вирішення питання визначається з урахуванням системного аналізу всіх груп показників і дуже трудомістким. Тому для оперативної оцінки доцільності вибору типу та параметрів СРМ може бути використаний наближений метод, який полягає у порівнянні енергоємності альтернативних типів СРМ.

Визначення основних конструктивно-технологічних розмірів СРМ (висоти вертикального підйомника, довжини стрілового конвеєра та інших) провадиться (рис. 8) з урахуванням головних розмірів розрахункового типу судна та його конструктивних особливостей, а також вимог нормативних документів у частині технологічного проектування СКНГ та умов забезпечення працездатності машини.

Висота вертикального витягу $H_{В.П}$ (для пневмоперевантажувальної машини – вертикального всмоктуючого трубопроводу) визначається (незалежно від його типу) для всіх СРМ щодо умови забезпечення захоплення (забору) залишкового шару вантажу в трюмі (тобто при мінімальному осаді) судна з найбільшою висотою борту.

$$H_{В.П} = H_C + h_K - h_M - h_D - h_B,$$

де H_C – висота борта судна, м;

h_K – 1,25-1,75 м – висота комінгса люка;

h_M – конструктивний розмір вертикального витягу;

h_D = 1,5-2,0 м – висота подвійного дна судна;

h_B = 0,2-0,3 м – зазор, що забезпечує безпеку роботи нижнього краю вертикального підйомника або забірного органу.

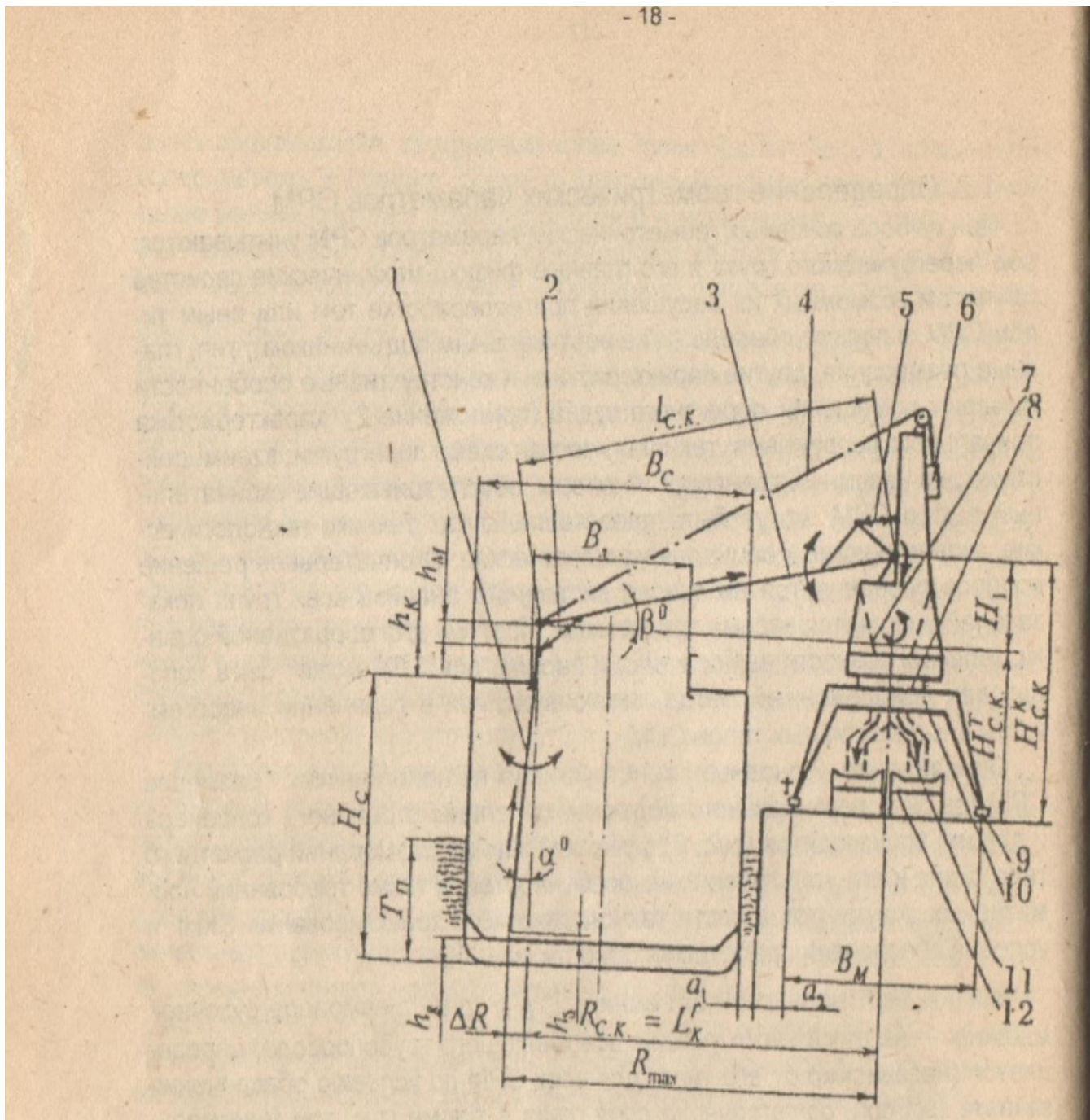


Рис. Розрахункова схема суднорозвантажувальної машини: 1 – вертикальний витяг; 2 – механізм нахилу вертикального витягу; 3 – стріловий конвеєр; 4 – відтягування стрілового конвеєра; 5 – механізм нахилу стрілового конвеєра; 6 – противагу стрілового конвеєра; 7 – приймальний бункер; 8 – опорно-поворотний пристрій; 9 – ходовий візок; 10 – портал; 11 – пересипний пристрій; 12 – причальні конвеєрні лінії.

Максимальний виліт стрілового конвеєра (стрілової ділянки трубопроводу ППУ) $R_{\max}$ визначається за умовою забезпечення введення вертикального підйомника в підпалубний простір трюму (під комінгс люка до "морського" борту) на величину "запасу вильоту" $\Delta R = 1,2-1,8$ м (при визначенні вильоту стрілового конвеєра приймається встановлення його опорно-поворотного пристрою у центрі порталу)

$$R_{\max} = R_{\text{с.к}} + \Delta R = 0,5B_M + a_1 + a_2 + 0,5B_C + 0,5B_{\text{л}} + \Delta R = 0,5(B_M + B_C + B_{\text{л}}) + a_1 + a_2 + \Delta R, \text{ м}$$

де B_M – колія порталу СРМ (на попередньому етапі розрахунку приймається рівною стандартною колією двоколійних кранових порталів, що дорівнює 10,5 м);

B_C – ширина судна, м;

$B_{\text{л}}$ – ширина люка трюма, м;

a_1 – відстань від осі "морської" рейки підкранових ("підмашинних") шляхів до "кордону" (окроми причалу), залежить від розташування електроколонок і швартовних тумб; відповідно до "Норм технологічного проектування морських портів ВНТП 01-78" [3, с. 32-48]; $a_1 = 2,75$ (3,2 м)

a_2 – відстань від борту судна до кордону; з урахуванням установки на "стілці" причалу відбійних пристроїв $a_2 = 1,0-1,5$ м.

Конструктивна висота над рівнем причалу шарніру кріплення стрілового конвеєра на порталі

$$H_{\text{с.к.}}^K = H_{\text{с.к.}}^T + H_1$$

$$H_{\text{с.к.}}^T = H_c + h_k + h^{16} - T_{\text{п}} - h_{\text{пр}},$$

де $H_{\text{с.к.}}^T$ – відстань між стріловим конвеєром та поверхнею причалу (судно в баласті), м;

h^{16} – зазор між стріловим конвеєром (при його крайньому нижньому положенні) та комінгсом люка; $h^{16} = 1$ м;

$h_{\text{пр}}$ – підвищення кордону причалу над середнім багаторічним рівнем води акваторії порту за навігаційний період; для "неприливного" моря (з припливом до 0,5 м) $h_{\text{пр}} = 2$ м;

$H_{в.м.}$ – відстань, яка залежить від конструктивного виконання та компоновання порталу та інших вузлів СРМ (опорно-поворотного та пересипного пристроїв тощо), а також від розташування приймальних пристроїв (бункерів) берегових транспортних засобів; у разі встановлення під порталом причальної конвеєрної лінії (ліній); у разі відстані $H_{с.к.} = 6-7$ м $H_1 = 3$ м; при $H_{с.к.}^T = 7,5 - 8,5$ м $H_1 = 2$ м; $H_{с.к.}^T = 8,5 - 9$ м, $H_1 = 1$ м; $H_{с.к.}^T > 9$ м; $H_1 = 0$ м.

Довжина стрілового конвеєра

$$L_K = R_{с.к.} / \cos \beta$$

Після визначення кута нахилу стрілового конвеєра (при $\tan \beta = H_1 / R_{с.к.}$) слід переконається у виконанні вимоги

$$\beta \leq \varphi_d - (10^\circ - 15^\circ)$$

де φ_d - кут природного укосу вантажу в русі (додаток 3).

2. Розрахунок основних техніко-експлуатаційних параметрів альтернативних СРМ

2.1. Элеваторно - конвейерная машина

Суднорозвантажувальні елеваторно-конвеєрні машини (ЕКМ) виконують підйом вантажу вертикальним (або встановленим під кутом $\pm \alpha^\circ$) підйомником – ковшовим (ланцюговим або стрічковим) елеватором на висоту $H_{в.п.}$. Переміщення вантажу по стрілі до центру обертання поворотної частини СРМ здійснюється стріловим стрічковим конвеєром завдовжки L_K (рис. 8), причому при розрахунку основних параметрів машини приймають кути нахилу: елеватора $\alpha = 0^\circ$ та конвеєра $\beta = \beta_{max}$.

У розрахунковому варіанті передбачається використання ЕКМ із ковшово-ланцюговим елеватором. Основними параметрами машини, що варіюються в розрахунку, є: ширина ківшів елеватора $B_{к.э}$ та швидкість його тягового органу (ланцюга) $V_{ц}$; ширина стрічки стрілового конвеєра B_K та швидкість її руху V_L ; потужність «головних» (що здійснюють головне технологічне переміщення вантажу з трюму в зону берегових приймальних пристроїв) електродвигунів вертикального елеватора (загалом "підйомника"), стрілового конвеєра (відповідно: $N_{эл.}^{\partial \delta}$ та $N_{к.}^{\partial \delta}$) та їх сумарна потужність $N_{экм.}^{\Sigma}$; сумарна потужність "допоміжних" (забезпечувальних настановні рухи: поворот і зміна

вильоту стріли, пересування машини тощо) електродвигунів $N_{\text{ЭКМ.}}^{\text{всп.}}$ (за аналогією з відомими моделями елеваторно-конвеєрних машин вважають $N_{\text{ЭКМ.}}^{\text{всп.}} = 145 \text{ кВт}$); вартість електроенергії (Π_a, Π_z) необхідної роботи двигунів СРМ при реалізації заданого вантажообігу Q_{Γ} .

Очевидно, що для елеваторно-конвеєрної машини має виконуватися умова

$$\Pi_{\text{ЭКМ.}}^{\Pi} = \Pi_{\text{ЭЛ}} = \Pi_K ,$$

Де $\Pi_{\text{ЭКМ.}}^{\Pi}$ – паспортна продуктивність машини, т/год;

$\Pi_{\text{ЭЛ}}$ – продуктивність елеватора, т/год;

Π_K – продуктивність стрілового конвеєра, т/год.

Продуктивність будь-якої машини безперервної дії

$$\Pi = 3,6 q_{\Gamma} V_{\Gamma} / \text{ч},$$

де q_{Γ} – погонне навантаження від вантажу, що переміщається, кг/м;

V_{Γ} – швидкість тягового органу, м/с.

Щодо ковшового елеватора

$$\Pi_{\text{ЭЛ}} = (3,6 i_o \gamma \Psi V_{\Pi}) / a_K ,$$

где i_o – ємність ковша, л;

a_K – шаг ковша, м;

γ – насипна щільність вантажу, т/м³;

Ψ – коефіцієнт заповнення ковша (для заданих умов роботи та номенклатури перероблюваних вантажів $\Psi = 0,72 - 0,84$);

$V_{\Pi} = 0,7 - 1,1 \text{ м/с}$ – швидкість тягового ланцюга.

Погонна ємність ковшів

$$i_o / a_K = \Pi_{\text{ЭЛ}} = (3,6 i_o \gamma \Psi V_{\Pi})$$

За набутим значенням погонної ємності ковшів визначають їх тип, ємність, ширину, крок установки [4, с.176]. Для ковшового елеватора

$$N_{\text{ЭЛ.}} = \frac{n_y \Pi_{\text{ЭЛ.}} H_{6,n}}{367 \eta_{np.}} (1,01 + K_M V_{\Pi}) \text{ кВт},$$

де $N_{\text{эл}}$ – настановна потужність електродвигуна;

$n_y = 1,11 - 1,12$ – коефіцієнт запасу потужності;

$\eta_{\text{пр.}} = 0,82 - 0,84$ – к.п.д.;

K_M – емпіричний коефіцієнт; для елеватора розглянутого типу

$$K_M = 0,42 - 0,46.$$

При виборі [4, с. 16] електродвигуна необхідно виконання умови

$$N_{\text{эл.л}} \geq N_{\text{эл.}}$$

Ширина стрічки стрілового конвеєра

$$B_{\text{л}} = 1,1 \left(\sqrt{\frac{P_K}{K_y C V_{\text{л}} \gamma}} + 0,05 \right)_{\text{мм}},$$

де K_y – коефіцієнт обліку нахилу конвеєра при $\beta = 10 - 20^\circ$;

$$K_y = 0,95 - 0,81;$$

C – коефіцієнт продуктивності; при куті нахилу бічних роликів жолобчастої роликкоопори $\alpha_p = 30^\circ$ и угле естественного откоса груза на ленте при ее движении $\varphi_\partial = 10 - 20^\circ$ $C = 480-625$;

$V_{\text{л}}$ – швидкість стрічки конвеєра; для заданих умов $V_{\text{л}} = 2,9 - 3,8$ м/с.

Потужність на валу приводного барабана стрілового конвеєра $N_K = (N_{K1} + N_{K2}) \kappa_1$

Потужність, потрібна для підйому вантажу на висоту H_1 (рис. 8) безперервним потоком з продуктивністю Π

$$N_{K1} = \Pi H_1 / 367 \text{ кВт.}$$

Потужність, яка потрібна для подолання опору переміщенню вантажу на горизонтальній ділянці $L_K^\Gamma = R_{CK}$

$$N_{K2} = \Pi L_K^\Gamma \cdot w / 367 \text{ кВт,}$$

де W – загальний коефіцієнт опору руху вантажу;

для роликкоопор на підшипниках ковзання $W = 0,03-0,04$

Установча потужність (кВт) приводного електродвигуна стрілового стрічкового конвеєра

$$N_K = \frac{n_y N_K^1 K_1}{\eta_{np}} = \frac{n_y (N_{K1} + N_{K2}) K_1}{\eta_{np}} = \frac{n_y K_1}{\eta_{np}} \left(\frac{P H_1}{367} + \frac{P L_K^{\Gamma} w}{367} \right) \\ = \frac{P}{367} \frac{n_y K_1}{\eta_{np}} (H_1 + L_K^{\Gamma} w) \text{ кВт},$$

Де K_1 – коефіцієнт, що залежить від довжини стрілового конвеєра (при діапазоні довжин, необхідних для обробки заданих типів суден $K_1 = 1,11 - 1,12$).

Загальна потужність "головних" електродвигунів (призначених для технологічного переміщення вантажу)

$$N_{\text{ЭКМ.}}^{\text{ЗЛ}} = N_{\text{ЭКМ.}}^{\partial \text{в}} + N_K^{\partial \text{в}} \text{ кВт}$$

Загальна потужність електродвигунів ЕКМ

$$N_{\text{ЭКМ.}} = N_{\text{ЭКМ.}}^{\text{ЗЛ}} + N_{\text{ЭКМ.}}^{\text{всп}} \text{ кВт}$$

Питома потужність головних електродвигунів

$$N_{\text{ЭКМ.}}^{1\text{ЗЛ}} = N_{\text{ЭКМ.}}^{\text{ЗЛ}} / P \text{ кВт} - \text{ч} / \text{т}$$

Питома потужність загальна

$$N_{\text{ЭКМ.}}^{\text{ЗЛ}} = N_{\text{ЭКМ.}} / P \text{ кВт} - \text{ч} / \text{т}$$

Вартість електроенергії (грн), що споживається головними ("технологічними") електродвигунами (приводи вертикального елеватора та стрілового конвеєра) при освоєнні заданого вантажообігу

$$C_{\text{ЭКМ.}}^{\text{ЗЛ}} = 1,02 n_0 n_{\text{э}} C_a T_P N_{\text{ЭКМ.}}^{\text{ЗЛ}} + K_{\text{спр}}^{\text{ЗЛ}} C_{\text{з}} T_P N_{\text{ЭКМ.}}^{\text{ЗЛ}} / (24 T_{\text{з}}),$$

де 1,02 – коефіцієнт, що враховує роботу двигунів під час випробування;

n_0 – коефіцієнт одночасної роботи двигунів; для головних двигунів СРМ механічної дії $n_0 = 1$;

$n_{\text{э}} = 0,85 - 0,88$ – коефіцієнт використання потужності електродвигунів;

C_a -вартість (грн/кВт-год) 1 кВт "активної" енергії, яка залежить від району використання СРМ;

Π_3 - вартість (грн/кВт-год) 1 кВт заявленої власником машини потужності головних двигунів (залежить від району встановлення СРМ);

$K_{cnp}^{zl} = 0,8$ – коефіцієнт "попиту" основних двигунів;

T_P – кількість робочих днів, необхідні реалізації заданого вантажопотоку;

$$T_P = Q_G / \Pi_3,$$

де Q_G - річний вантажопотік, Π_3 - експлуатаційна продуктивність СРМ;

$T_G = 365$ - число днів на рік.

Вартість електроенергії (грн), що споживається "допоміжними" електродвигунами при реалізації заданого вантажообігу

$$C_{\text{э.к.м.}}^{zl} = 1,02 n'_0 n'_3 \Pi_a T_P N_{\text{э.к.м.}}^{zl} + K_{cnp}^{zl} \Pi_3 T_P N_{\text{э.к.м.}}^{zl} / (24 T_G),$$

де $n'_0 = 0,15$ – коефіцієнт одночасної роботи "допоміжних" двигунів; $n'_3 = 0,7$ – коефіцієнт використання мощности "вспомогательных" двигательных;

$K_{cnp}^{zl} = 0,26$ – коефіцієнт "попиту" для допоміжних двигунів.

Повна вартість електроенергії, що споживається ЕКМ

$$C_{\text{э.к.м.}} = C_{\text{э.к.м.}}^{\text{ГЛ}} + C_{\text{э.к.м.}}^{\text{ВСП}}$$

Питома вартість електроенергії, що споживається (грн/т)

$$C_{\text{э.к.м.}}^1 = C_{\text{э.к.м.}} / Q_G; C_{\text{э.к.м.}}^{\text{ГЛ}1} = C_{\text{э.к.м.}}^{\text{ГЛ}} / Q_G$$

2.2. СРМ з гвинтовими конвеєрами

Машини з гвинтовими конвеєрами набули широкого поширення і виробляються багатьма відомими компаніями. Як правило, незалежно від фірми-виробника в портовій практиці та зарубіжній технічній літературі їх називають «Сівертелл» (згідно з назвою компанії, що першою розробила відповідні гвинтові конвеєри та розпочали виробництво суднорозвантажувальних).

Переміщення вантажу машинами з гвинтовими конвеєрами (МВК) здійснюється за допомогою двох гвинтових конвеєрів (шнеків) – вертикального (підйом вантажу на висоту $H_{в.п.}$) та стрілового довжиною L_k (рис. 8). Як і для інших типів СРМ, при проектуванні або підборі МВК необхідно виконання умови

$$P_{ш.м}^п = P_{в.в} = P_{с.в}$$

де: $P_{в.в}$, $P_{с.в}$ – продуктивність (відповідно) вертикального та стрілового гвинтових конвеєрів, т/год.

Розрахунковими параметрами при добірці МВК є: діаметр гвинта D_v ; крок гвинта t_v ; потужність приводних двигунів «головних» вертикального $N_{в.в}^{дв}$ та стрілового $N_{с.в}^{дв}$ конвейерів; потужність приводних двигунів «допоміжних» механізмів машини (для машини шнекового типу $N_{ш.м}^{всп} = 110$ кВт); загальна потужність електродвигунів машини $N_{ш.м}$; вартість споживаної електроенергії.

Для стрілового гвинтового конвеєра (при максимальному куті його нахилу)

$$P_{с.в.} = 15\pi D_v^2 t_v n_v \gamma \psi C_\beta$$

де: $P_{с.в.}$ – продуктивність стрілового конвеєра т/год;

D_v – діаметр гвинта, $D_v=100, 200\ldots 700, 800$ мм;

t_v – крок гвинта (для передбаченої в завданні номенклатури вантажів 0,7-0,8мм);

n_v – частота обертання гвинта, $хв^{-1}$;

ψ - коефіцієнт наповнення поперечного перерізу жолоба (труби) конвеєра 0,38-0,4;

C - коефіцієнт, що залежить від максимального угла нахилу конвеєра. Задавшись попередніми значеннями діаметра, кроку та частотою обертання гвинта визначаємо можливу продуктивність стрілового конвеєра. При отриманні значення продуктивності P_1 , що відрізняється від необхідної продуктивності P на $\pm 5\%$, коригують попередньо прийняті значення параметрів конвеєра (або розрахунок повторюється при нових значеннях параметрів). Для вертикального конвеєра приймають ті ж значення D_v , t_v , n_v , ψ .

Установча потужність приводного електродвигуна стрілового конвеєра

$$N_{с.в} = n_y PL_k(W_m \sin \beta)/367\eta_{пр}$$

де: W_m – коефіцієнт опору обертанню похилого гвинта, що залежить від роду вантажу, що транспортується, і частоти обертання гвинта, для зернових вантажів і можливо за вихідними даними) діапазоні частоти обертання гвинта - 1,4-1,7. Для цих умов $n_y = 1,4-1,5$.

Установча потужність приводного електродвигуна вертикального гвинтового конвеєра з достатнім ступенем точності визначається як $N_{B.B} = n_y \Pi H_{B.П.K} (W_B + 1) / 367 \eta_{пр}$

де: W_B – коефіцієнт опору обертанню вертикального гвинта; для номенклатури вантажів $W_B=6,5-7,8$; для даних умов $n_y=1,65-1,75$.

За каталогом вибираємо асинхронні електродвигуни (вказується типорозмір) вертикального та стрілового гвинтових конвеєрів, що мають при відповідній частоті обертання $n_{B.B}$ та $n_{C.B}$ мощность соответственно $N_{B.B}^{ДВ}$ та $N_{C.B}^{ДВ}$ (причем $N_{B.B}^{ДВ} \geq N_{B.B}$, $N_{C.B}^{ДВ} \geq N_{C.B}$).

Загальна потужність основних електродвигунів, призначених для переміщення вантажу.

$$N_{Ш.М}^{ГЛ} = N_{B.B}^{ГВ} + N_{C.B}^{ГВ}$$

Загальна потужність електродвигунів МВК $N_{Ш.М} = N_{Ш.М}^{ГЛ} + N_{Ш.М}^{ВСП}$

Відповідно до п.1.3.1. визначається вартість споживаної електроенергії $C_{Ш.М}^{ГЛ}$, $C_{Ш.М}^{ВСП}$ и $C_{Ш.М}$, питома вартість електроенергії $C_{Ш.М}^1$ и $C_{Ш.М}^{1ГЛ}$, питома потужність $N_{Ш.М}^1$ и $N_{Ш.М}^{1ГЛ}$.

2.3. Скребково-конвеєрна машина

Переміщення вантажу суднорозвантажувальними скребково-ковшовими машинами (СКМ) здійснюється шляхом підйому вантажу з трюму на висоту $H_{B.П}$ вертикальним скребковим конвеєром суцільного волочіння (з контурними скребками) та його переміщенням по стрілі до центру обертання поворотної частини стріловим стрічковим конвеєром завдовжки L_c . Якщо знехтувати деякими особливостями компонування головки (верхньої частини) вертикального скребкового конвеєра суцільного волочіння, можна прийняти ширину стрічки $B_{п}$ і потужність електродвигуна стрілового стрічкового конвеєра $N_K^{ДВ}$ рівним значенням отриманим у п. 1.3.1. Тоді визначальними параметрами для СКМ є: $B_{ж}$ і глибина $T_{ж}$ ринви вертикального конвеєра; ширина H_d і глибина скребка h_c ; швидкість тягового органу ланцюга $V_{ц}$; потужність приводного електродвигуна вертикального скребкового конвеєра $N_{B.СК}^{ДВ}$; загальна потужність електродвигунів машини

$$N_{СК.М} = N_{B.СК}^{ДВ} + N_K^{ДВ} + N_{СК.М}^{ВСП}$$

де: $N_{СК.М}^{ВСП} = 150$ кВт (для машин скребково-конвеєрного типу)

Для конвеєрів суцільного волочіння

$$B_c = \sqrt{\frac{\kappa_c \Pi}{3600 \kappa_0 V_{\text{ц}} \gamma}}$$

де: B_c – ширина скребка, мм;

κ_c – коефіцієнт, що враховує співвідношення ширини та глибини скребка h_c , для вертикального конвеєра, $\kappa_c = B_c / h_c = 1,85 - 1,95$;

κ_0 – коефіцієнт, що залежить від кута нахилу конвеєра, при переміщенні зернових вантажів вертикальним конвеєром суцільного волочіння, $\kappa_0 = 0,48 - 0,52$;

$V_{\text{ц}}$ – швидкість ланцюга, при переміщенні вантажу у вертикальному закритому жолобі, $V_{\text{ц}} = 0,2 - 0,3$ м/с.

За аналогією з виконаними конструкціями приймаємо ширину жолоба $B_{\text{ж}} = B_c + (20 - 25)$ мм, глибину жолоба $T_{\text{ж}} = h_c + (35 - 40)$ мм. Потужність на валу вертикального скребкового конвеєра (кВт)

$$N'_{\text{В.СК}} = (0,00007 B_c V_{\text{ц}} + 0,005 \Pi) H_{\text{В.П.}}$$

Установча потужність приводного електродвигуна вертикального стрілового конвеєра

$$N_{\text{В.СК}} = n_y N'_{\text{В.СК}} / \eta_{\text{пр.}}$$

За каталогом (4, с. 16) вибираємо асинхронний електродвигун (вказується типорозмір електродвигуна) потужністю $N_{\text{СК.М}}$ при частоті обертання $n_{\text{В.СК}}$, причому $N_{\text{СК.М}}^{\text{ГЛ}} \geq N_{\text{В.СК}}$.

Загальна потужність головних електродвигунів, призначених для переміщення вантажу

$$N_{\text{СК.М}}^{\text{ГЛ}} = N_{\text{В.СК}}^{\text{ДВ}} + N_{\text{К}}^{\text{ДВ}}$$

Загальна потужність електродвигунів скребково-конвеєрної машини

$$N_{\text{СК.М}} = N_{\text{СК.М}}^{\text{ГЛ}} + N_{\text{СК.М}}^{\text{ВСП}}$$

Вартість споживаної електроенергії $C_{\text{СК.М}}^{\text{ГЛ}}$, $C_{\text{СК.М}}^{\text{ВСП}}$ і $C_{\text{СК.М}}$, питома вартість споживаної електроенергії ($C_{\text{СК.М}}^{1\text{ГЛ}}$ і $C_{\text{СК.М}}^1$) та питома потужність ($N_{\text{СК.М}}^{1\text{ГЛ}}$ і $N_{\text{СК.М}}^1$) визначаються відповідно до п.1.3.1.

2.4. Машина з «двострічковим» конвеєром

Прийнята для розрахунку конструктивна схема машини з двострічковим (подвійним) конвеєром (МДК) передбачає вертикальним (або під кутом $\pm\alpha^\circ$) підйом вантажу на висоту $H_{в.п}$ і подальше його переміщення до берегових приймальних пристроїв зі стріли на відстань L_C під кутом β° за допомогою двострічкового конвеєра. Розрахунковим випадком є положення вертикальної ділянки подвійного конвеєра під кутом $\alpha = 0^\circ$ та горизонтального – при $\beta = \beta_{\max}$. Визначення (розрахунку) підлягають наступні параметри МДК: ширина вантажонесучої та притискної стрічок конвеєра $B_{\text{л}}^{\text{МДК}}$, швидкість їхнього руху $V_{\text{л}}$, ширина та глибина кожуха двострічкового конвеєра (відповідно $B_{\text{к}}$ і $T_{\text{к}}$), потужність приводного (головного) електродвигуна конвеєра $N_{\text{МДК}}^{\text{ГЛ}}$, загальна потужність електродвигуна машини $N_{\text{МДК}} = N_{\text{МДК}}^{\text{ГЛ}} + N_{\text{МДК}}^{\text{ВСП}}$ (для МДК прийнято $N_{\text{МДК}}^{\text{ВСП}} = 85$ кВт), вартість (повна $C_{\text{МДК}}$ та питома $C_{\text{МДК}}^{\text{ГЛ}}$ і $N_{\text{МДК}}^{\text{ГЛ}}$).

Для двострічкового конвеєра

$$B_{\text{д.к}}^1 = 1,1 \left[\sqrt{\Pi / (C_1 V_{\text{л}} \gamma)} + 0,15 \right]$$

де $B_{\text{д.к}}^1$ – корисна ширина стрічки, м; $C_1 = (37,5-75,0)$ – коефіцієнт продуктивності для двострічкових конвеєрів [4, с. 326]; $V_{\text{л}} = 1,75-2,35$ м/с. (Для заданого роду вантажу та діапазону значень продуктивності МДК).

Повна ширина стрічок (з урахуванням ділянок обтискання їх притискними котками) $B_{\text{д.к}}^{\text{П}} = (1,25 - 1,3) B_{\text{д.к}}^1$.

Отримане значення $B_{\text{д.к}}^{\text{П}}$ округляють до найближчого більшого стандартного значення $B_{\text{д.к}}^{\text{П}}$ [4, с. 27].

Ширина герметичного кожуха двострічкового конвеєра за технічними даними існуючих МДК $B_{\text{к}} = (1,15 - 1,2) B_{\text{д.к}}^{\text{П}}$, глибина кожуха $T_{\text{к}} = (0,7-0,8) B_{\text{к}}$.

Потужність, яка вимагає переміщення вантажу по трасі з параметрами $H_{в.п}$ та L_C .

$$N_{\text{МДК}} = N_{\text{МДК}}^{\text{В}} + N_{\text{МДК}}^{\text{С}}$$

Потужність, що вимагає підйому вантажу на вертикальній ділянці

$$N_{\text{МДК}}^{\text{В}} = \gamma \xi V_{\text{Л}} H_{\text{В.П}} \Pi / 102 \text{ кВт},$$

де $\gamma = 0,105-0,109$ – емпіричний коефіцієнт;

$\xi = 1,05-1,08$ – коефіцієнт обліку можливого зменшення швидкості вантажу щодо швидкості стрічки.

Потужність (кВт), потрібна для переміщення вантажу по стріловій ділянці двострічкового конвеєра;

$$N_{\text{МДК}}^{\text{С}} = K_{\text{Д}} K_1 \frac{\Pi}{367} [H_1 + L_{\text{К}}^{\Gamma} (W + W_{\text{К}})],$$

де $K_{\text{Д}} = 1,27-1,3$ - емпіричний коефіцієнт, що враховує запас потужності на переміщення притискної стрічки;

K_1 – коефіцієнт, що залежить від довжини стрілової ділянки ($L_{\text{К}}^{\Gamma}$) двострічкового конвеєра; (при діапазоні значень $L_{\text{К}}^{\Gamma}$, необхідні обробки заданих типів судів, $K_1 = 1,11 - 1,12$);

$W = 0,03 - 0,04$ – загальний коефіцієнт опору руху вантажу під час використання роlikоопор тягового органу на шарикопідшипниках;

$W_{\text{К}} = 0,02-0,022$ – коефіцієнт опору руху стрічки по притискних гумових катках.

Установча потужність (кВт) приводного електродвигуна двострічкового конвеєра ("головного" двигуна МДК)

$$N_{\text{МДК}} = \frac{n_{\text{у}} N_{\text{Д.К}}^1}{\eta_{\text{ПР}}} = \frac{n_{\text{у}} (N_{\text{Д.К}}^{\text{В}} + N_{\text{Д.К}}^{\text{С}})}{\eta_{\text{ПР}}},$$

де $n_{\text{у}} = 1,11-1,12$ – коефіцієнт запасу потужності;

$\eta_{\text{ПР}} = 0,78 - 0,8$ – коефіцієнт корисної дії приводу двострічкового конвеєра

За каталогом [4, с. 16] вибираємо асинхронний електродвигун (вказується типорозмір) потужністю $N_{\text{МДК}}^{\text{ГЛ}}$ при частоті обертання n (мін^{-1}), причому $N_{\text{МДК}} \leq N_{\text{МДК}}^{\text{ГЛ}}$.

Загальна потужність електродвигунів машини

$$N_{\text{МДК}} = N_{\text{МДК}}^{\text{ГЛ}} + N_{\text{МДК}}^{\text{ВСП}}$$

Вартість електроенергії, що споживається головними та допоміжними електродвигунами машини (відповідно $C_{\text{МДК}}^{\text{ГЛ}}$ та $C_{\text{МДК}}^{\text{ВСП}}$) повна $C_{\text{МДК}}$ та питома

($C_{2\text{МДК}}$ и $C_{\text{МДК}}^1$) вартість споживаної електроенергії та питома потужність ($N_{\text{МДК}}^{1\text{ГЛ}}$ и $N_{\text{МДК}}^1$) визначається відповідно до методики, викладеної у п. 1.3.1. цих вказівок.

Таблиця

Порівняльна енергоємність СПМ різних типів

№ пп	Параметр	ЭКМ	МВК	СКМ	МДК	ППМ
1	2	3	4	5	6	7
1.	Потужність електродвигуна вертикального підйомника, кВт					
2.	Потужність електродвигуна стрілового конвеєра, кВт					
3.	Сумарна потужність головних електродвигунів, кВт					
4.	Сумарна потужність допоміжних електродвигунів, кВт					
5.	Загальна потужність електродвигунів, кВт					
6.	Вартість електроенергії, що споживається допоміжними двигунами, грн.					
7.	Вартість електроенергії, що споживається двигунами, грн.					
8.	Повна вартість електроенергії, яку споживає СПМ при реалізації заданого вантажопотоку, грн.					
9.	Питома вартість електроенергії, яку споживають головні двигуни, грн/т					
10.	Питома вартість (повна) електроенергії, що споживається, грн/т					
11.	Питома потужність основних електродвигунів, кВт/(т/год)					

12.	Загальна питома потужність СРМ, кВт/(т/год)					
Висновок:						

Тема 5. Склади для навалювальних вантажів.

Типі та головні принципи визначення їх параметрів. Складські перевантажувальні засоби. Принципи дії та основи їх розрахунків.

Специфіка перевантаження вантажів у морському порту така, що частина вантажообігу переробляється за прямим варіантом з одного виду транспорту на інший, а більшість накопичується в складах для подальшого відвантаження на судна або осідає в складах після розвантаження суден і потім відвантажується на суміжні види транспорту. Склади є одним із лімітуючих факторів, що визначають пропускну здатність причалу.

Можна назвати такі чотири основні способи визначення місткості складів будь-якого типу та призначення:

- Метод аналітичних розрахунків за середніми величинами, При цьому методі використовують середній добовий вантажопотік прибуття вантажів на склад Q_c , середній термін зберігання вантажів на складі τ_x та оборотність вантажів на складі η . Ці величини пов'язані наступними залежностями:

$$\eta = Q / E = 365 / \tau_x \quad \text{и} \quad E = Q_c * \tau_x = Q_p \tau_x / 365 , \quad (7.2)$$

де Q_p - річний вантажопотік складу після прибуття, т/рік.

Використовуючи ці формули, можна не тільки визначити ємність складу E при заданому річному вантажопотоку Q_p та термін зберігання τ_x , а й вирішити низку інших завдань, що виникають при вдосконаленні існуючого чи проектуванні нового складу. Наприклад, знаючи ємність складу E , можна

визначити скільки вантажів він зможе переробити за рік Q_r або за добу Q_d . Знаючи річний вантажопотік Q_r та ємність складу E , можна визначити скільки днів τ_x склад зможе приймати вантажі без вивезення їх зі складу (для складу готової продукції або перевалочного складу на магістральному транспорті) або протягом кількох днів τ_x склад може постачати вантажами споживачів, не поповнюючи свої запаси (для складів матеріало-технічного постачання або для торгового складу).

- Другий метод визначення ємності складу – з математичного очікування випадкової величини запасів вантажів. У цьому випадку спочатку будують розподіл випадкової величини складських запасів:

$$I = \begin{pmatrix} I_1 & I_2 & \dots & I_n \\ P_1 & P_2 & \dots & P_n \end{pmatrix},$$

а потім ємність складу визначають за формулою математичного очікування:

$$E = \sum_{i=1}^n I_i * P_i.$$

де $I_1, I_2, \dots, I_n$ - можливі величини складських запасів, т;

$P_1, P_2, \dots, P_n$ - ймовірності цих величин складських запасів.

- Третій метод визначення ємності складу – за допомогою довірчої

ймовірності - також використовує теорію ймовірностей та математичну статистику. У цьому випадку також спочатку будується розподіл ймовірностей випадкової величини складських запасів, як і в попередньому методі, а потім ємність складу E приймається рівною запасу вантажів I , обраному з умови, що ймовірність P того, що ємність складу E буде менше

або дорівнює будь-якій поточній величині запасів I_i більша або дорівнює обраній довірі:

$$E = I \{P [E \leq I_i] \geq D \},$$

Розмір довірчої ймовірності приймається $D = 0,95 \dots 0,97$.

- Четвертий спосіб визначення ємності складу – імітаційне моделювання зміни складських запасів вантажів на ЕОМ.

Крита складська площа експлуатованих портових складів є сучасними багатоповерховими та одноповерховими складами, побудованими за типовими проектами. Незважаючи на те, що одноповерхові прикордонні склади є оптимальними, все ж у ряді портів побудовано багатоповерхові склади через недостатню площу, необхідність більшої складської ємності та постійне зростання вантажообігу.

У зв'язку з тенденціями розвитку пакетного способу перевезення, розвитком підйомно-транспортної техніки та появою нових типів машин для внутрішньо складської механізації підлогового типу оптимальним є прикордонний одноповерховий однорамповий склад з навісом над рампою шириною 48—60 м, довжиною 120—144 м, кроком внутрішніх колон 12 м 12 м . одноповерхових складів дешевше, ніж багатоповерхових.

Перевагою сучасних портових складів є велике розкриття фронту не тільки за рахунок ширини прорізів, а й за рахунок їх частоти, що дозволяє значно збільшити інтенсивність перевантажувальних робіт. Значну роль у цьому питанні відіграли шторні ворота.

Що стосується вантажних фронтів, де проводять обробку залізничного рухомого складу, то їх ширина обрана виходячи з технологічних умов вільного маневрування навантажувачів підлоги безпосередньо на рампі, а також в'їзду і виїзду з вагона через спеціальний вагонний трап.

Однак при існуючих організаціях і технологіях перевантажувальних робіт у портових складах характерне таке положення, при якому основні техніко-експлуатаційні показники — висота штабелювання, фактичні навантаження на підлогу, коефіцієнт використання складської площі — знаходяться на нижчому рівні, ніж це передбачено нормами технологічного проектування та проектами.

Останніми роками парк навантажувачів у вітчизняних портах поповнився моделями іноземного виробництва: «Balcancar» (НРБ), «Valmet» (Фінляндія), «Toyota» (Японія) та ін., технічні характеристики яких найбільше підходять для сучасних складів.

Відкриті складські майданчики, що використовуються для обробки рухомого складу з вантажами відкритого зберігання, розташовуються вздовж залізничних колій і є частиною портової території причалів.

При розвантаженні або завантаженні критих вагонів використовуються приставні столи-рампи, що забезпечують використання малогабаритних навантажувачів для внутрішньо вагонних робіт з подальшим транспортуванням вантажів автотранспортом.

Стаціонарні рампи, що застосовуються на відкритих складських майданчиках, дозволяють більш ефективно використовувати підлогові малогабаритні навантажувачі.

Склади для навалочних і лісових (круглих лісоматеріалів) вантажів, враховуючи їх зберігання на відкритому повітрі та грейферну систему перевантаження, є бетонованими відкритими складськими майданчиками, що мають огорожу з фронтальної та тилової сторін, щоб уникнути їх осипання на підкранові шляхи або автомобільні дороги.



Однак у вантажообігу морського транспорту є і такі навантажувальні вантажі, які потребують критого зберігання, як цукор-сирець, а також мінеральні добрива.

Використання такого складу при тимчасовому вантажопотоку певного вантажу дозволяє вирішити питання про криге зберігання та перевантаження вертикально-грейферними кранами.

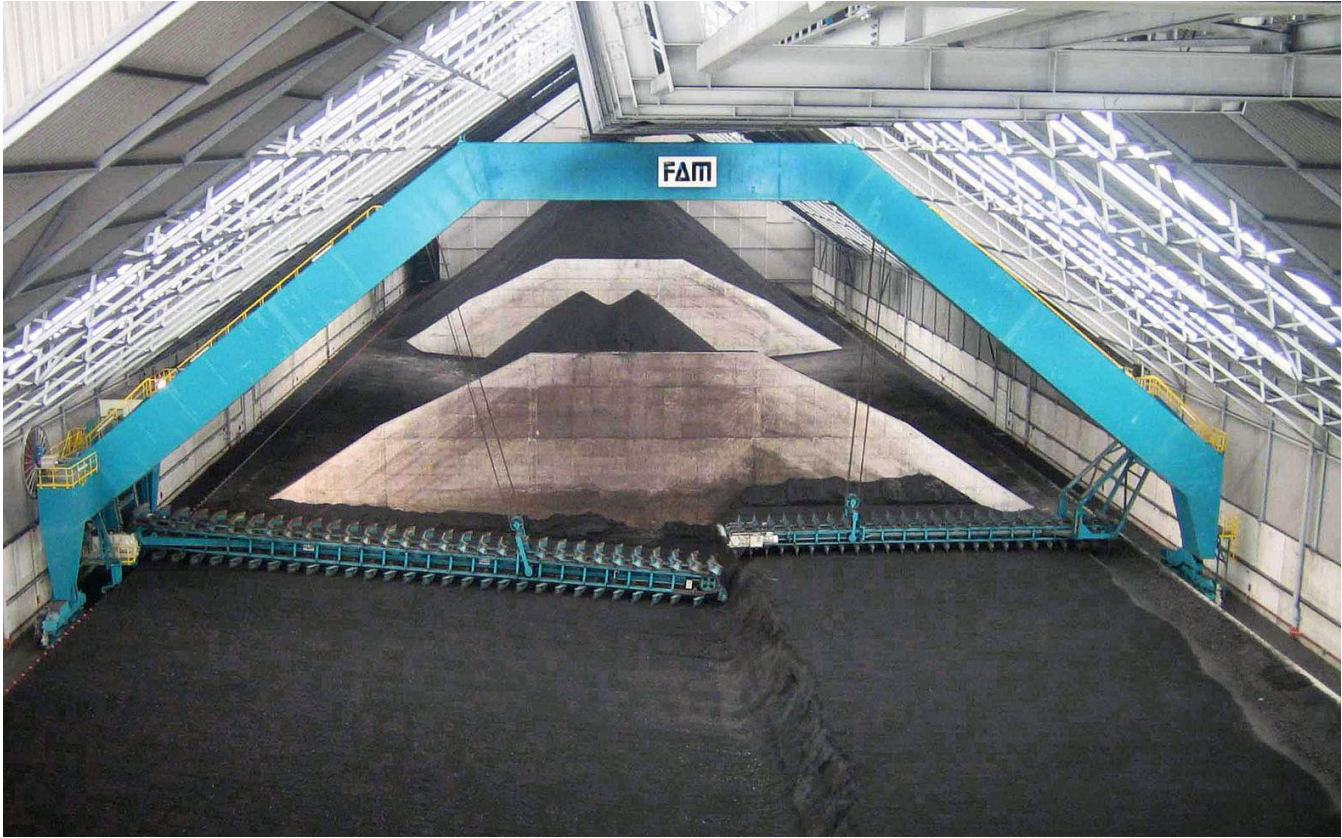
В окремих портах є склади з дахом, що розкривається, призначені для складування навалочних вантажів критого зберігання і перевантаження грейферними кранами.

Склади спеціалізованих комплексів у портах мають конвеєрну систему розвантаження.









Тема 6. Пневмотранспортні установки.

Загальні відомості, класифікація. Улаштування всмоктуючих, нагнітальних та комбінованих установок. Пневматичні зерноперевантажувачі. Основи теорії і розрахунків пневмотранспортних установок

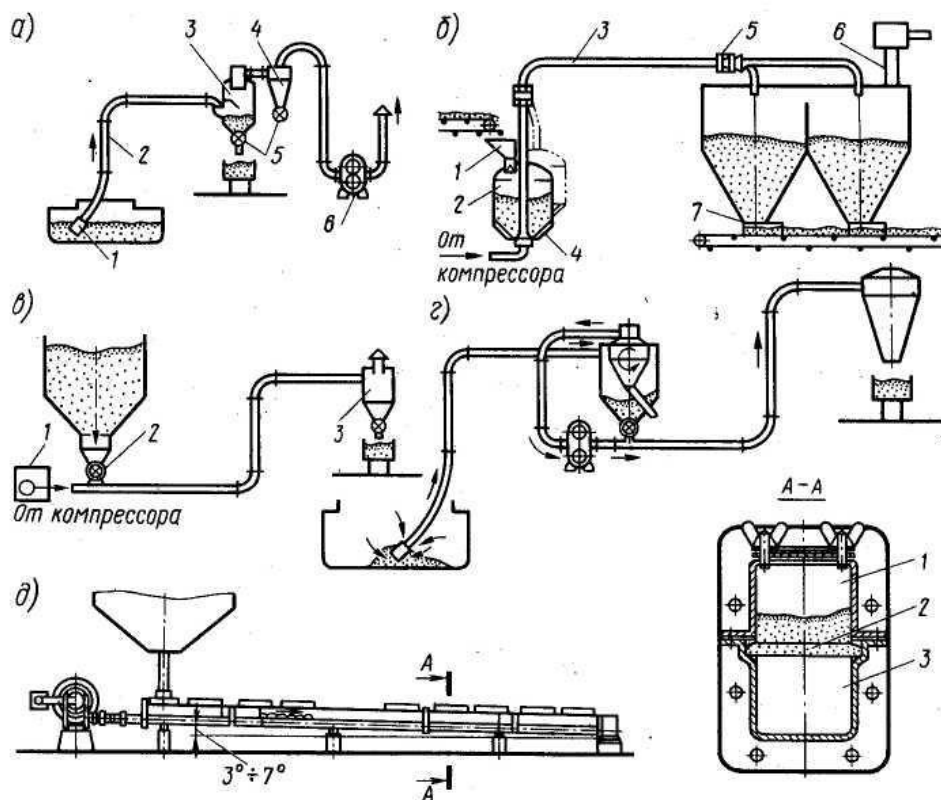
Використання повітря в якості несучого середовища широко використовується в сучасних портових перевантаженнях, де вантаж рухається по трубопроводу, на кінцях якого компресор створює різницю тисків.

Пневматичний транспорт буває - всмоктуючого, нагнітаючого і змішаного типів.

У всмоктувальному пристрої (мал. 1, а) вакуумний насос 6 створює розведення в системі. Атмосферне повітря всмоктується в сопло 1 і захоплює матеріал, створюючи пульпу (суміш вантажу і повітря), що надходить по гнучкому шлангу 2 і трубопроводі в розвантажувачі 3. У розвантажувача швидкість повітря різко знижується і змінює напрямок його руху, тому матеріал випадає з повітря і падає на дно розвантажувача, звідки безперервно виводиться в передбачуваному місці через шлюзовий затвор 5. Фільтр 4 очищає повітря від дрібного пилу, що залишився в ньому. Якщо пил не цінний, повітря очищається від пилу водою, якщо пил цінний, його відокремлюють від повітря тканинні фільтри і знімають з фільтра через шлюз 5. Очищене повітря виділяється через вакуумний насос в атмосферу.

Схема нагнітаючого пневматичного транспорту дається на мал. 1, в. З компресора 1 повітря під тиском надходить в трубопровід, в який матеріал з шлюзу 2. Повітря з матеріалом по трубопроводах переходить в розвантажувач 3, в якому матеріал відокремлюється від повітря.

Змішаний пневматичний транспорт являє собою комбінацію всмоктувального і нагнітаючого пристроїв: з вивантажувача всмоктувального пристрою матеріал потрапляє в живильник нагнітаючого пристрою (рис. 1, г).



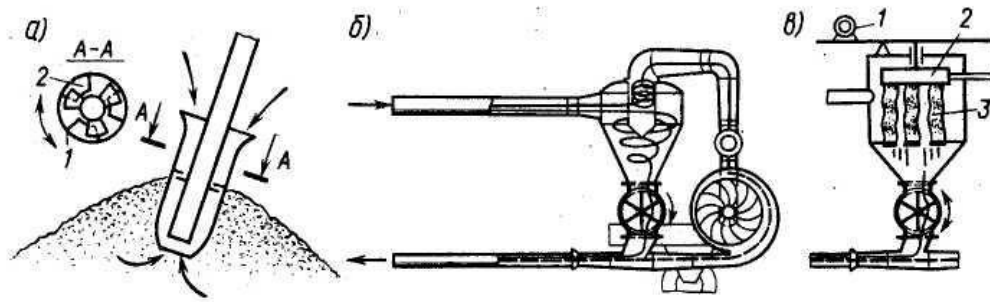
Мал.1. Типи пневматичного транспорту:

а — всмоктуєчий; б — камерний підйомник; в — нагнітаєчий;

г — змішуваний; д — аерозолоб струшуваний

Для вертикального підйому попередньо аеріований матеріал застосовують пневматичні приймачі (рис. 1, б), які переміщують пилоподібні вантажі з високою концентрацією суміші до $\mu_c = 250 \dots 300$ (μ_c - співвідношення маси вантажу, що рухається, до маси повітря).

Повітряний підйомник складається з камерного насоса, приймальної трубки зі зворотним клапаном 1, камери змішування 2, трубопровід що транспортує 3. Повітря в камері пропускає через пористу плитку 4. Розподіл матеріалу за ємністю зберігання здійснюється комутаційним клапаном 5. Як правило, камерні насоси працюють парами, а поки одна камера вивантажується, завантажується інша, тому компресор і трубопровід працюють безперервно. Відпрацьоване повітря перенаправляється через фільтр 6, а випускний клапан 7 використовуються для вивантаження ємностей.



Мал.2. Елементи пневматичної транспортної установки:

а — сопло регульоване; б — розвантажувач з шлюзовим затвором і повітродувка; в — фільтр

Схема сопла, через яку матеріал втягується в трубопровід, рухаючись на високій швидкості повітря приведена на мал. 2, а. Регулювання концентрації суміші може бути вироблено шляхом повороту корпусу 1 насадки і зміни зазору між відходами 2. Трубопроводи для пневматичного транспорту виготовляються з безшовних або зварних труб. Гнучкі рукава виготовляються з окремих сталевих елементів, з'єднаних гнучкою стрічкою і укладених в прогумований корпус полотна.

Найпростіша схема вивантаження надається на мал.2, б. Повітря з матеріалом на великій швидкості надходить в розвантажувач, тут швидкість суміші значно знижується за рахунок збільшення поперечного перерізу каналів, через які відбувається рух. Виділенню матеріалу сприяють різкоповороти на шляху від входу до повітряного виходу. Матеріал, що виходить з повітря, вивантажується з нижнього штуцера через шлюз. У вертикальній зливній трубі швидкість повітря повинна бути менше швидкості витання, щоб з повітрям міг виходити тільки тонкий пил.

Шлюзові затвори в всмоктувальних пристроях служать для відділення матеріалу з простору з зниженим тиском в простір атмосферного тиску. Матеріал проходить зверху вниз через шлюз.

Коли вал з радіальними перегородками обертається, секції завантажуються і транспортують матеріал, зберігаючи заданий тиск в розділених обсягах за рахунок герметичності.

Фільтр має ємність з замком (малюнок 2, в), вібратор 1, струшуючи через кінцеву камеру 2 закріплені на ньому тканинні рукава 3, відокремлюючи повітря від пульпи. Різновид пневматичного режиму транспортування є рух матеріалу, який має властивості плинності, при насиченні (аерації) його

повітрям. Пристрої, що засвоюють матеріал, включають аерожолоби і аеродніще.

Аерожолоба використовується для транспортування порошкоподібних матеріалів відкритим струменем. Аерожолоб (див. Мал.1, d) складається з верхніх 1 і нижніх 3 годівниць, з'єднаних між собою. У нижній жолоб укладається пориста плитка 2, на якій розташований матеріал. У жолоб 3 подається повітря, проникаючи через пори плитки і в'язучий матеріал, що лежить на плитках. При невеликому нахилі жолоба аерований матеріал починає текти під впливом сили тяжіння, як рідина.

Питома витрата повітря 120... 150 м³/год. на 1 м² площі аерожолобу, продуктивність 165 т/год. Гідність аерожолобу - простота конструкції, невелика енергоємність, здатність отримувати високу продуктивність, простота монтажу та регулювання. Недоліком є необхідність подачі тільки сухого повітря, щоб уникнути закупорки мікропор аероплиток.

Аеродніща використовуються для вивантаження пилоподібних вантажів з силосних веж, вони оснащені днищами самозавантажувальних суден. Для додання матеріальним властивостям плинності частина внутрішньої поверхні дна викладається пористими аероплитами. Повітря від компресора подається к аероплиткам, проходячи через них, насичує матеріал, що стікає до вихідного отвору вежі.

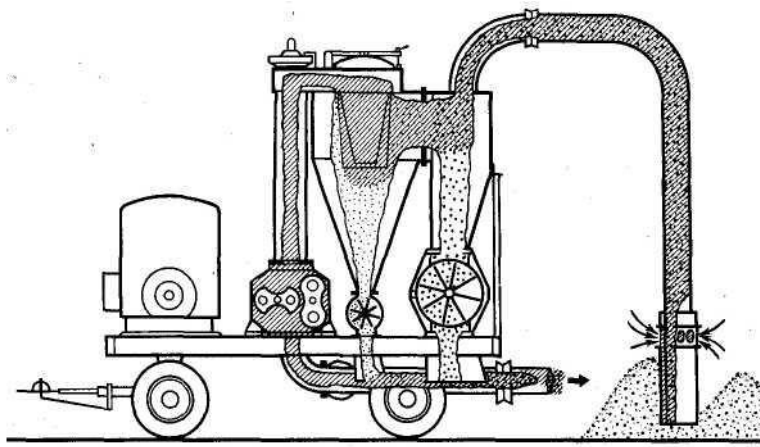


Експлуатаційні характеристики пневматичних транспортних засобів істотно залежать від герметичності агрегатів і траси і від довжини траси. Так, установки «Neuero» при $P_T = 50$ т/год мають робочу продуктивність 40 т/год. при довжині траси 25 м і зменшені до 14 т/год при довжині траси 125 м (мал. 3).

Установки, працюючи в морських портах різних типів втрачають продуктивність у міру збільшення глибини трюму судна і висоти підйому.

Розрахунок пневматичних установок зазвичай полягає в тому, щоб в заданих показниках P , фізико-механічних властивостей вантажу, що перевозиться, довжині і конфігурації трубопроводу визначити необхідну витрату повітря, діаметра трубопроводу, тиск для подолання опору руху суміші і потужності насосного двигуна.

Важливою характеристикою пневматичної транспортної установки є вагова концентрація суміші μ_c , яка є відношенням продуктивності установки до витрати повітря за той же період. Концентрація суміші в звичайних пневматичних установках в залежності від умов праці становить 8...25, а в установках з аерованими струмками і високою концентрацією - 60... 150.



Мал.3.Установка змішаного типу з ротаційною повітрорудкою

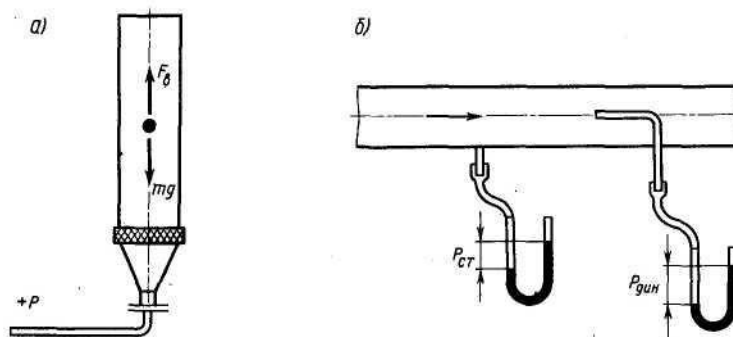
У всмоктувальних і нагнітальних установках швидкість повітря збільшується від початкової транспортної точки до кінцевої, тому розрахунок приблизний і проводиться з умовною швидкістю при щільності повітря $\gamma_B = 1,2 \text{ кг/м}^3$.

Критерієм визначення швидкості повітря v_B є критична швидкість $v_{кр}$. Якщо трубка, по якій протікає повітряний потік знизу вгору (малюнок 4, а) на швидкості і увійде в тверде тіло з масою m , то на неї буде діяти гравітація і сила швидкісного повітряного потоку:

$$F_{\theta} = kAv^2,$$

де k - коефіцієнт;

A - площа перетину, тобто переріз, нормальний до напрямку повітряного струменя. Вплив сили тертя тіла на повітря нехтується через його незначності.



Мал. 4. Схема визначення швидкості витання (а) і параметрів тиску в трубопроводі (б)

Очевидно, при $mg > F_b$ тіло піде вниз, а при $mg < F_b$ - піде вгору; при $mg = F_b$, тіло буде на місці в витаючому стані, який визначає критичну швидкість. Швидкість повітря в міру злету тіла

$$v_{кр} = \sqrt{\frac{mg}{kA}}.$$

Таким чином, для того, щоб транспортувати тверде тіло в повітряному потоці, необхідно, щоб швидкість повітря в трубопроводі була більшою, ніж швидкість витання. Наприклад, швидкість витання пшениці 9,8, жита 7,5, цементу 0,3 м/с, тобто чим легше пилоподібна частинка, тим менше для її підтримки необхідний висхідний потік.

Для переміщення вантажу по трубопроводу потрібна швидкість повітряного потоку, що перевищує критичну:

Для нагнітаючих установок $v = 2.2 \dots 2.8$ м/с;

для низько концентраційних всмоктувальних установок

$$v_b = \alpha_0 \sqrt{\gamma_T}.$$

де γ_T - щільність насипних вантажів; α_0 - емпіричне співвідношення; дрібних частинок, схожих на пил $\alpha_0 = 10 \dots 16$, для зернистих матеріалів $\alpha_0 = 16 \dots 20$.

З досвіду експлуатації швидкість повітря в трубопроводах вибирається 10...25 м/с в залежності від матеріалу, що транспортується. Швидкість руху вантажу в трубопроводі $v_T = (0.65 \dots 0.85)v_b$. Чим вище швидкість повітря в трубопроводі, тим більше масова концентрація суміші, тобто насичення повітря вантажними частинками. Масова концентрація суміші

$$\mu = \frac{\Pi}{3600 V_b \rho_v},$$

Де Π – продуктивність;

V_b - витрата повітря (кількість повітря, що переміщується);

$\rho_v = 0.00124$ т/м - щільність повітря.

Для всмоктуючих пневматичних установок концентрація суміші становить $\mu = 3 \dots 35$, для нагнітаючих $\mu = 40 \dots 75$; для повітряного транспорту з низькою концентрацією суміші $\mu = 8 \dots 25$, з високою концентрацією $\mu = 60 \dots 150$.

Коли максимальна концентрація досягнута, окремі шматки вантажу звільняються і трубопровід може бути забитий на місці його найбільшого опору.

Діаметр трубопроводу

$$d = \sqrt{\frac{4V_{\text{в}}}{\pi v_{\text{в}}}},$$

Потужність повітряного насоса(кВт)

$$N = p_{\text{полн}} V_{\text{в}}$$

де $p_{\text{полн}}$ - повний тиск, кПа.

Тиск повітря витрачається для подолання опорів при вході матеріалу в трубопровід $p_{\text{в}}$, на рух матеріалу і повітря $p_{\text{м}}$, на подолання вертикального підйому матеріалу і повітря $p_{\text{п}}$, на опір в колінах і відводах $p_{\text{к}}$, а також в розвантажувачі $p_{\text{р}}$ і фільтру $p_{\text{ф}}$. З урахуванням неврахованих втрат для системи всмоктування

$$p_{\text{полн}} = 1,25[p_{\text{в}} + p_{\text{м}} + p_{\text{п}} + 2(p_{\text{к}} + p_{\text{р}} + p_{\text{ф}})]$$

$$\text{де } p_{\text{в}} = 0,0625v_{\text{в}}^2 = (10 + 0,5\mu) ; p_{\text{м}} = 0,0625v_{\text{в}}^2 \left[\frac{(l+h)}{d} \right] (1+k\mu)(0,0125 + 0,0011/d) .$$

При діаметрі трубопроводу D , горизонтальній довжині L і висоті H коефіцієнт $k = 45 \dots 0.24$. Для $V_{\text{в}} = 15 \dots 25$ м/с; $p_{\text{п}} = 1,224h(1+\mu)$; $p_{\text{к}} = 0,116Qv_{\text{в}}^2$; $p_{\text{р}} = 2$ кПа; $p_{\text{ф}} = 1$ кПа.

Тиск повітря на ділянках трубопроводу визначається схемою.4. б.

Необхідна потужність (кВт) двигуна повітряного насоса $N_{\text{д}} = \frac{N}{\eta}$, де η - КПД приводу ($\eta = 0,65 \dots 0.85$).



У морських портах використовуються пересувні перевантажувачі на пневмоході продуктивністю більш 250 т/год. (мал. 5, а) і стаціонарні, а також перевантажувачі на пневмо- або залізничному ході продуктивністю більш 1000 т/год. для великих і стабільних вантажних потоків добре сипучих вантажів (мал. 5, б). При роботі на зачистці трюмів використовують спеціальні машини (ковшові і роторні навантажувачі, бульдозери та ін.); Крім того, до основного відбірного трубопроводу приєднуються гнучкі шланги, але їх використання значно знижує продуктивність повітряних навантажувачів. Високопродуктивні пневмонавантажувачі на залізничному ході мають ідеальну систему фільтрів, завдяки чому вміст пилу в випромінюваному повітрі не перевищує 30 мг/м^3 .

Перевагами пневматичного транспорту є високий ступінь автоматизації, незначна втрата вантажу (герметичність), можливість зробити велику кількість відповідних трубопроводів в потрібних місцях, пристосовність до міста розвантаження, легкий доступ до всіх деталей установок, можливість поєднувати технологічні операції з транспортом, низька вартість та ін.

До недоліків повітряних навантажувачів можна віднести: відносно низьку продуктивність, високе споживання електроенергії агрегату ($1,0 \dots 4,0 \text{ кВт} \cdot \text{год}$, що в 8...14 разів більше, ніж при механічному транспорті); Можливість перевантаження тільки добре пухких пилоподібних або

дрібнозернистих вантажів з невеликим вмістом води; шум при роботі; велика трудомісткість обслуговування та екологічний вплив на навколишнє середовище; наявність складних і громіздких систем придушення і аспірації пилу, що призводить до значного збільшення маси машини і її вартості.

При прийнятті рішення про доцільність використання пневматичного транспорту слід враховувати наступні фактори: об'ємна щільність матеріалу (чим більше об'ємна щільність, тим вище швидкість повітряного потоку і тим більше втрата в трубопроводах), твердість і форма частинок матеріалу (у випадку твердих гострокісних частинок спостерігається знос трубопроводу), вологість матеріалу (при підвищенні вологості пневматичний транспорт не рекомендується).

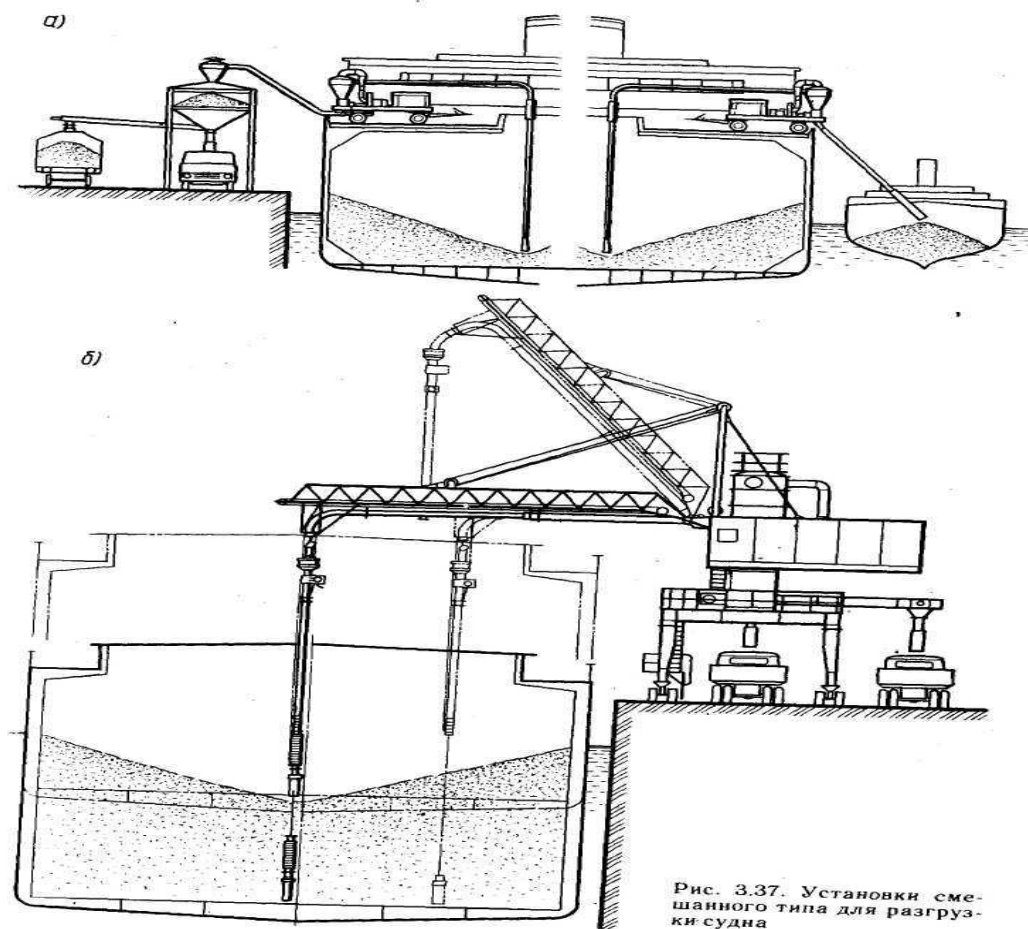


Рис. 3.37. Установки смешанного типа для разгрузки судна

Невеликі.. 5. Установки змішаного типу для розвантаження судна



Тема 7. Перевантажувальні комплекси спеціалізовані для наливних вантажів.

Гідравлічні установки: загальні відомості, класифікація. Основи теорії і розрахунків. Спеціалізовані транспортні системи (Марконафоло).

Морські нафтоналивні термінали служать для прийому сирової нафти та нафтопродуктів з нафтопроводів та нафтопродуктопроводів, зберігання та навантаження в танкери для морської доставки споживачеві. Споживачами сирової нафти, зазвичай, є нафтопереробні заводи.

Сира нафта та нафтопродукти надходять на термінал із магістральних трубопроводів. На терміналі нафта та нафтопродукти подаються на вимірювальні пристрої, після яких надходять у резервуари. З резервуарів

нафта і нафтопродукти можуть перекачуватися в танкери або буферне сховище.

1 Основне технологічне обладнання та споруди

1.1 Основні споруди морського терміналу

Для здійснення морських та річкових перевезень нафти необхідно споруджувати спеціальні причальні споруди для швартування та наливу нафти в танки нафтоналивних суден (танкерів, барж). Комплекс таких об'єктів зазвичай називають нафтоналивними терміналами. Загальний вид морського терміналу подано на рис. 14.1.1 принципова схема споруд морського терміналу представлена на рис. 14.1.2.

Морські нафтоналивні термінали служать для прийому сирової нафти та нафтопродуктів з нафтопроводів та нафтопродуктопроводів, зберігання та навантаження в танкери для морської доставки споживачеві. Споживачами сирової нафти, зазвичай, є нафтопереробні заводи.

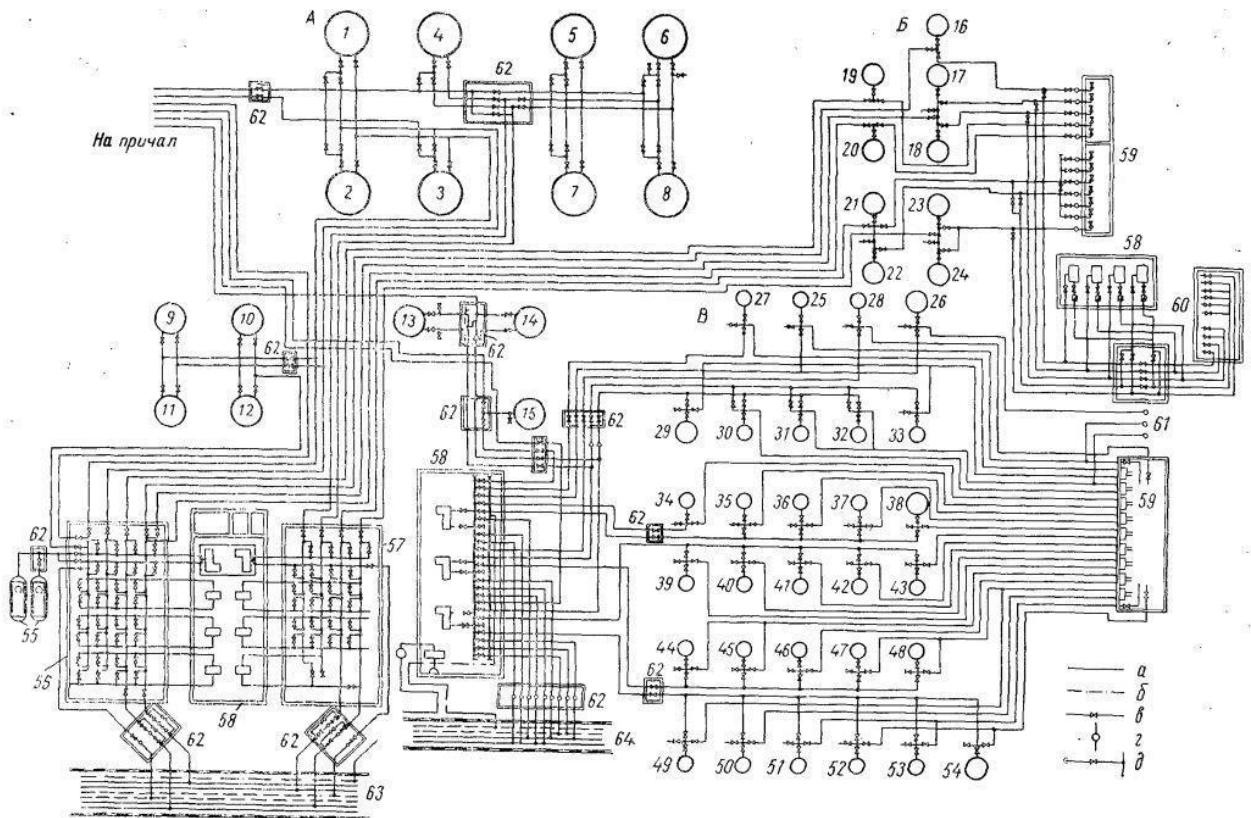
До складу нафтоналивних терміналів входять:

- резервуарні парки;
- технологічні трубопроводи;
- технологічні насосні;
- вузли обліку;
- вузли захисту від гідроударів;
- причальні споруди (берегові причали, пірси, виносні приймальні пристрої та ін.);
- шлангуючі пристрої (стендери, гнучкі гумові армовані шланги);
- очисні споруди;
- допоміжні будівлі та споруди (хімічна лабораторія, центральний диспетчерський пункт, котельня та ін.);
- системи диспетчерського управління та збору даних (SCADA) та системи зв'язку.

Нафтові термінали виконують ряд супутніх функцій обслуговування суден:

- прийом із суден баластових та ляльних вод;
- прийом та знешкодження парогазових сумішей з нафтових танків суден;
- навантаження (бункерування) на судна палива (мазуту, дизельного палива) для енергосилових установок;
- навантаження прісної води для господарсько-побутових потреб та ін.

Залежно від встановлених у портах режимів обслуговування суден нафтові термінали можуть надавати додаткові послуги судновласникам з проведення, швартування та відшвартування суден, прийому з суден твердих побутових відходів та господарських фекальних стоків.



Технологічні процеси морського терміналу

Сира нафта та нафтопродукти надходять на термінал із магістральних трубопроводів. На терміналі нафта та нафтопродукти подаються на вимірювальні пристрої, після яких надходять у резервуари. З резервуарів нафта і нафтопродукти можуть перекачуватися в танкери або буферне сховище. З буферного сховища нафта та нафтопродукти надходять у танкер через помпу-сепаратор та навантажувальні рукави, встановлені на причалах. Середня швидкість навантаження нафти, зазвичай, становить 12 000 м³/ч. Ця величина можна порівняти із західними критеріями розрахунків для вантажних терміналів. Для запобігання розливу нафти під час завантаження судна оточуються боновими загородженнями.

На терміналі розміщуються такі основні технологічні споруди:

- вузол прийому засобів очищення та діагностики;
- фільтри-грязеуловлювачі (один робочий та один резервний) з патрубками;
- наливна насосна із насосами НПВ 3600-90;
- резервуари з плаваючим дахом, резервуари зі щитовим дахом;
- вузол комерційного обліку нафти;
- вузол захисту від перевищення тиску на вході берегових споруд морського терміналу (БСМТ);
- вузол захисту від гідроудару;
- технологічні трубопроводи;

На терміналі виконуються такі операції:

- прийом нафти з нафтопроводу до резервуарного парку;
- прийом засобів очищення та діагностики;
- навантаження нафти в танкер під час роботи за схемою «через ємність»;
- внутрішньопаркове перекачування у разі, коли не задіяні на основні операції всмоктувальні колектори резервуарного парку;
- оперативний облік нафти, що надходить із магістрального нафтопроводу до резервуарного парку терміналу;
- комерційний облік нафти під час завантаження нафти танкер по кожному причалу;

- перевірка лічильників вузла комерційного обліку нафти під час подачі нафти у резервуарний парк чи танкер;
- одночасний розмив парафіну в одному з резервуарів та відкачування нафти в танкер;
- розмив парафіну в резервуарі нафтою, що надходить з нафтопроводу, і, при необхідності, наливним насосом НПВ 3600-90 шляхом забору нафти з приймального колектора наливної насосної та подачі її через головки, що розмивають, в резервуар;
- можливість рециркуляції нафти при зупинці навантаження нафти на танкери в зимовий час для підтримки працездатного стану;
- регулювання подачі нафти до танкера з використанням регуляторів тиску на вузлі обліку та рециркуляції підпірних насосів;
- скидання нафти в резервуари через запобіжні клапани та електроприводну засувку у разі підвищення тиску в приймальній лінії або при спрацюванні автоматичного захисту від переливу резервуарів;
- скидання нафти в ємності $V = 10\text{м}^2$ при гідроударі при раптовому закритті відсікачів під час завантаження танкера при одночасному відключенні підпірних (розвантажувальних) насосів (і від термальних клапанів);
- зачищення резервуарів, приймального колектора наливної насосної трубопроводів резервуарного парку вертикальним насосом НПВ 3600-90;
- зачищення надземних трубопроводів причальних споруд занурювальним насосом;
- збирання витоків нафти від підпірних насосів, дренаж фільтрів-брудоуловлювачів, а також надземних ділянок трубопроводів насосних при ремонтних роботах;
- дренаж стендера у ємності скидання нафти від гідроудару $V = 10\text{м}^2$;
- відкачування нафти з ємності скидання нафти від гідроудару до технологічних трубопроводів з подальшою подачею в танкер;
- контроль запобіжних клапанів за допомогою вентилів та можливість почергової заміни чи ревізії їх без зупинки перекачування;
- контроль герметичності шарових кранів.

1.3 Резервуарний парк

Резервуарний парк оснащується металевими вертикальними резервуарами з плаваючим дахом (РВС одиничною ємністю до 50 000 куб. м) та зі щитовим дахом (РВС одиничною ємністю до 3000 куб. м). Висота резервуарів 50000 куб. м - 18 м, діаметр 60,7 м листового складання; висота резервуарів 3000 куб. м - 12м, діаметр 18,98 м листової збірки. Принципові схеми резервуарів наведено у розділі 18 п. 18.15.

Резервуари РВС 50 000 поставляються в комплекті з плаваючими дахами, герметизуючими затворами, пристроями для спуску води з плаваючих дахів, драбинами, сходами для підйому на резервуар, зі світловими монтажними люками і люками-лазами в І і ІІ поясах резервуара до люків-лазів у ІІІ пояс.

Резервуари РВС 3000 поставляються в комплекті зі щитовою покрівлею, сходами для підйому на резервуар, зі світловими монтажними люками та люками-лазами в І поясі, майданчиками зі драбинами для обслуговування піногенераторів.

Для забезпечення необхідних режимів роботи резервуарів на них встановлюється наступне обладнання:

- приймально-роздавальні пристрої із запірною арматурою;
- хлопаки електроприводні;
- компенсуючі пристрої для РВС 50000;
- гвинтові мішалки або система запобігання накопиченню донних відкладень із завантаженими віяловими соплами;
- вогневі запобіжники для РВС 50000;
- дихальні та запобіжні клапани для РВС 3000;
- пристрої для відведення підтоварної води;
- система зрошення для РВС 3000;
- система підшарового пожежогасіння;
- рівнеміри та сигналізатори рівня.

1.4 Технологічне обладнання

Наливна насосна оснащується вертикальними підпірними насосами агрегатами НПВ 3600-90 з електродвигунами ВАОВ2-710L4.

Місткості для прийому нафти при гідроударі - сталеві горизонтальні ємності об'ємом 100 куб. м. Ємності встановлюються надземно та оснащуються запірною арматурою, вогневими запобіжниками та сигналізаторами рівня. Відкачування нафти з ємностей здійснюється насосом НК 65/35-70, встановленим поруч із ними.

Ємності для збирання витоків нафти та дренажу технологічних трубопроводів. Для збору витоків нафти від торцевих ущільнень насосів НПВ 3600-90 та дренажу технологічних трубопроводів наливної насосної станції застосовується підземна ємність горизонтальна типу ЕП-25. Ємність оснащується вогневим запобіжником та сигналізатором рівня. Відкачування нафти з ємності проводиться автоматично за допомогою занурювального насоса 12НА-9х4, встановленого на горловині ємності, в трубопровід вливної наливної насосної станції.

Дизельна резервна електростанція. Призначений для забезпечення електроенергією споживачів берегових споруд у період аварійного відключення основного джерела електропостачання. Розрахункова тривалість відключення становить 3 діб на рік. Решту часу дизельна електростанція перебуватиме в резерві. У комплект дизельної електростанції входять:

- дизель-електричний агрегат;
- обладнання паливної системи;
- олійна система;
- система охолодження;
- вихлопна система.

Резервуари для зберігання дизельного палива. Для зберігання дизельного палива застосовуються сталеві горизонтальні резервуари бочки ємністю по 10 куб. м. Число резервуарів приймається виходячи з 4-5 добового запасу дизельного палива. Резервуари встановлюються надземно та обладнуються

запірною, вимірювальною та дихальною арматурою. На одному майданчику із резервуарами встановлюється насос НМШ 5-25-3,6/4.

Комерційний вузол обліку кількості та якості нафти (УУН). Призначений для вимірювання кількості та фізико-хімічних параметрів сирової нафти, обробки та видачі даних при обліково-розрахункових операціях. До складу УУН входять:

- вимірювальні лінії робочі та резервні у комплекті з перетворювачами витрати, струменевипрямлювачами, прямими ділянками, фільтрами, регуляторами витрати, запірною арматурою на загальній рамі;
- блок-бокс (3х4 м) контролю якості нафти в комплекті з віскозиметрами, щільномірами, вологомірами, пристроями прийому проби з швидкокороз'ємними з'єднаннями, прокачуванням насосами, системою промивання, автоматичним пробовідбірником, системами життєзабезпечення оператора;
- турбопоршнева повірочна установка (ТПУ) в комплекті із запірним краном і трубопроводом, що підводить і відводить, дренажною системою, приладами автоматики;
- система промивання та повірки ТПУ в комплекті з циркуляційним насосом, еталонним мірником, встановленим на електронних вагах, резервуарами для рідини для промивання та технічної води;
- пробозабірний пристрій;
- пристрій для обробки інформації;
- ємність для збирання дренажної нафти типу ЕП-25, встановленої підземно.

2. Архітектурно-будівельні рішення

2.1 Принципова схема майданчика морського терміналу

Морський термінал є кінцевим пунктом трубопровідної системи та розташовується на території морського порту. Площа під будівництво терміналу становить близько 70-100 га. На території терміналу будуються:

- резервуарний парк із наземних металевих резервуарів;
- нафтоналивна насосна станція;

- адміністративно-господарські будівлі;
- основа виробничого обслуговування;
- вузол водопровідних каналізаційних споруд;
- вузол каналізаційних споруд;
- відкрита та закрита електропідстанції;
- електростанція (якщо поблизу відсутні високовольтні лінії електропередач і неможливе відведення електроенергії до терміналу);
- під'їзна дорога.

Площа терміналу поділена на три зони:

1-а зона - основні технологічні установки нафти;

2-а зона - споруди допоміжно-технологічного та нетехнологічного призначення (блокові пристрої теплопостачання, водопостачання, енергопостачання, пожежогасіння, операторна, механічна майстерня та ін.);

0-а (нульова) зона – споруди зберігання нафти – зона резервуарного парку.

Споруди 0-ї зони розміщуються на більш високих відмітках по відношенню до споруд 1-ї зони для забезпечення необхідного підпору для всмоктування та можливості провітрювання території для виключення накопичення нафтової пари. Споруди 2-ї зони розташовуються на позначках, приблизно рівних позначкам найближчих автомобілів резервуарних парків.

Внутрішньомайданні та під'їзні дороги асфальтуються, мають ширину проїжджої частини 4,5 м, ширина доріг у резервуарному парку 3,5 м. Проїзди навколо резервуарів та в технологічній зоні проектується піднятими над планувальним рельєфом і служать огорожувальним валом від переливу випадкових розливів нафти.

На майданчику терміналу будуються такі будинки:

- корпус керування;
- караульне приміщення;
- службово-побутовий корпус;
- закрита стоянка техніки із пожежним постом;

- насосна станція водопіногасіння;
- ремонтна майстерня.

Огороджувальні конструкції будівель - покриття, перекриття, стіни, покрівля - аналогічні конструкціям, що захищають будівель компресорної станції. Всі бетонні та залізобетонні конструкції, що знаходяться в ґрунті, покриваються гарячим бітумом за 2 рази, решта конструкцій, що знаходяться на відкритому повітрі, мають антикорозійне атмосферостійке покриття. Зварні шви також покриваються антикорозійним покриттям.

2.2 Автоматика, зв'язок та охоронно-пожежна сигналізація

Автоматизація наливної насосної та засувки на колекторах резервуарного парку виконується на базі комплекту системи мікропроцесорної автоматики. До складу системи входять:

- шафи з програмованими логічними контролерами та модулями вводу-виводу;
- первинні датчики та вторинні прилади (при необхідності);
- щити приладів поблизу обладнання.

Апаратура управління встановлюється у місцевому диспетчерському пункті.

У резервуарному парку передбачається встановлення системи вимірювання рівня на базі радарних рівнемірів. На напрямних кожного резервуара встановлюються датчики рівня та температури, крім того, встановлюються датчики аварійного рівня та виявлення пожежі. Вимірювальні перетворювачі вузла обліку нафти з'єднуються кабелями із вторинною апаратурою, встановленою у місцевому диспетчерському пункті (МДП).

До складу автоматизованих об'єктів та систем терміналу входять:

- резервуарний парк;
- система управління контролю та захисту наливної насосної;
- система управління контролю та захисту наливних насосів;
- система відкачування витоків;
- система пожежогасіння;
- система водопостачання;

- система виробничо-зливової та побутової каналізації;
- система витяжної вентиляції вартового приміщення;
- система припливно-витяжної вентиляції гаража;
- система енергопостачання.

Налагодження мікропроцесорного комплексу провадиться підприємством-виробником за договором із замовником.

Внутрішньо майданний зв'язок включає: автоматичний телефонний, гучномовний, офісний, місцеву диспетчерську, систему оповіщення про пожежу, радіофікацію, комп'ютерні мережі.

Охоронно-пожежна сигналізація. Приміщення будівель та споруд терміналу з нормальним середовищем обладнуються системою пожежної сигналізації із застосуванням теплових, димових та ручних сповіщувачів. Шлейфи пожежної сигналізації виводяться на приймально-контрольний пожежний пристрій, який встановлюється в операторній.

Для охоронної сигналізації приміщень використовуються магнітно-контактні сповіщувачі, що встановлюються на вікнах і дверях. На шибках вікон розміщуються ударно-контактні сповіщувачі. Сигнали тривоги передаються на приймально-контрольний прилад, встановлений у караульному приміщенні. На БСМТ та резервуарному парку передбачається система відеоспостереження.

Периметральна охоронна сигналізація. Для охорони об'єкта використовуються такі засоби:

- система ємнісного принципу дії, призначена контролю за ділянками огорожі по периметру об'єкта. Сигнал тривоги виникає при перелізанні через огорожу або торкаючись чутливого елемента системи. Як чутливий елемент служить металева сітка, що закріплюється по верху огорожі;
- система радіопроменевого принципу дії, призначена для контролю за ділянками огорожі по периметру об'єкта як другий рубеж охорони. Сигнал тривоги виникає при перетині зони дії сигналу;
- прилад мікрохвильового принципу дії, призначений для контролю зовнішніх локальних об'ємних зон біля воріт огородження;

- активні інфрачервоні лінійні сповіщувачі, необхідні створення рубежу блокування окремих локальних ділянок огороження;
- датчики магнітно-контактного принципу дії, що служать для контролю положення стулок воріт огорожі, стулок приладових шаф з апаратурою засобів охорони, що розташовані вздовж огорожі об'єкта. Для запобігання несанкціонованому підходу до рубежів охорони передбачається влаштування огорожувального паркану з восьми ниток дроту.

2.3 Електрохімічний захист від корозії

Підземні комунікації терміналу та зовнішні поверхні днищ резервуарів захищаються від корозії низьковольтними розподільчими пристроями катодного захисту типу УКЗН (пристрій катодного захисту низьковольтний), кожне з яких комплектується станціями катодними типу ОПС-2 потужністю 3 кВт. Електропостачання систем катодного захисту (СКЗ) здійснюється від внутрішньомайданних мереж напругою 220 В. Число катодних станцій приймається в залежності від величини загальної поверхні підземних комунікацій і днищ резервуарів, що захищається. На майданчиках ЛШМТ встановлюються контрольно-вимірювальні пункти в точках дренажу СКЗ та у місцях, які забезпечують контроль за захищеністю всіх підземних комунікацій.

2.4 Система пожежогасіння

До комплексу заходів щодо пожежного захисту ЛШМД входять: оповіщення про пожежу, гасіння пожежі та її блокування.

Для ліквідації пожежі в резервуарному парку та в приміщенні ТПУ передбачено автоматичну стаціонарну систему піногасіння з використанням піни низької та середньої кратності.

Пожежогасіння РВС проводиться подачею піни низької кратності в нижній пояс резервуара безпосередньо в шар нафти, використовуючи високонапірні піногенератори.

Автоматична стаціонарна система пошарового піногасіння включає насосну станцію піногасіння, вертикальні сталеві резервуари для води, кільцеву мережу трубопроводів, мембранні ємності з піноутворювачем, піногенератори і датчики пожежної небезпеки.

Включення в роботу насосів пожежогасіння автоматичне – від імпульсів датчиків пожежної небезпеки, встановлених на резервуарах з нафтою та у приміщенні ТПУ. Одночасно надходить сигнал на відкриття відповідних електрозасувки мережі розчину піноутворювача для подачі вогнегасних засобів до вогнища пожежі. Як вогнегасний засіб використовується фторвмісний піноутворювач типу «легка вода».

Гасіння пожежі в інших приміщеннях здійснюється від системи господарсько-виробничого водопроводу із встановлених на ній внутрішніх пожежних кранів з витратою 5 л/сек. Зовнішнє пожежогасіння виконується від гідрантів, встановлених на мережі протипожежного водопроводу з витратою 10 л/сек.

Блокування пожежі передбачає захист споруд від небезпечного впливу високих температур та здійснюється шляхом охолодження водою палаючого та сусідніх резервуарів для нафти. Охолодження резервуарів ємністю 50000 куб. м проводиться за допомогою стаціонарної системи охолодження, що включає, крім насосів та кільцевої мережі протипожежного водопроводу, перфоровані півкільця зрошення. Увімкнення насосів для подачі води здійснюється дистанційно.

Резервуарний парк обладнується пожежними сповіщувачами для дистанційної передачі команд на включення або вимкнення насосів піно- та водогасіння.

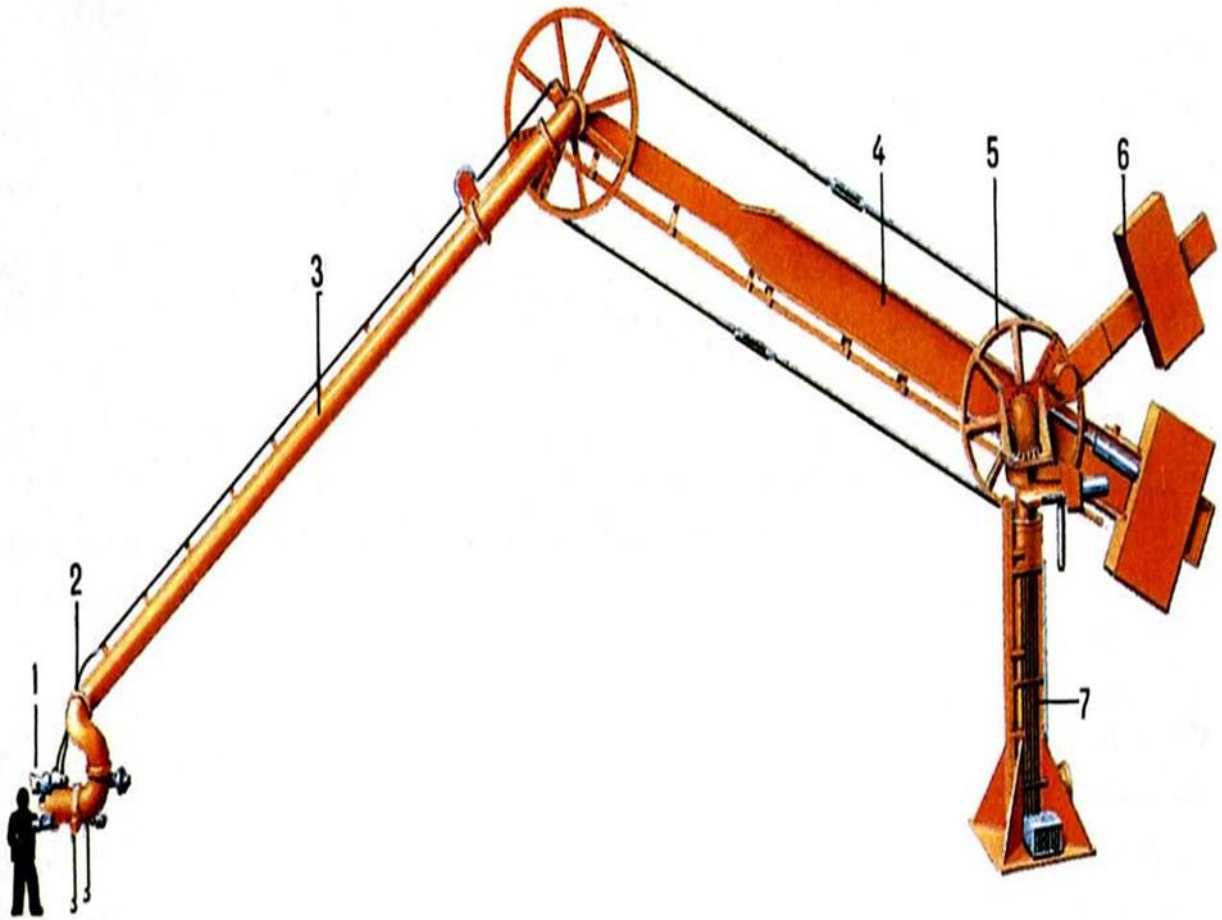
Системи водопостачання, тепlopостачання, вентиляції та каналізації аналогічні системам інших наземних об'єктів нафтогазопроводів.

Стендер

(нім. Stander * а. standpipe; н. Standrohr; ф. colonne montante; і. boca de carga y descarga) - зливно-наливний пристрій для виробництва вантажно-розвантажувальних операцій з рідкими продуктами (нафта, нафтопродукти, інші рідкі вуглеводні, хім. продукти, вода та ін) між резервуарними парками та танкерами. С. - осн. обладнання вантажно-розвантажувальної системи, встановлюється на вантажному майданчику причалу та забезпечує приєднання вантажних, бункерувальних та баластових трубопроводів до танкера. С. замінили у 2-й підлогу. 20 ст. шлангуючі Зливно-наливні пристрої, які не забезпечували повну автоматизацію робіт і охорону навколишнього середовища.

С. являє собою герметичну трубу з шарнірами систему діаметром від 50 до 600 мм, що має 3 ступені свободи і забезпечує безпечне навантаження та бункерування танкерів. Для С. характерні висока швидкість приєднання та

від'єднання танкера без забруднення навколишнього природного середовища та висока продуктивність вантажно-розвантажувальних операцій з широкими межами темп-р рідких продуктів (від 180°C - асфальт до -196°C - рідкий азот). С. полягає в осн. із 3 металлич. трубних частин (рис. 1): одна нерухома, закріплена вертикально на вантажному майданчику причалу і приєднана фланцем до патрубку вантажного, баластового або бункерувального трубопроводу, і 2 рухомі (берегова і суднова), з'єднані між собою і з вертикальною трубою частиною шарнірними з'єднаннями.



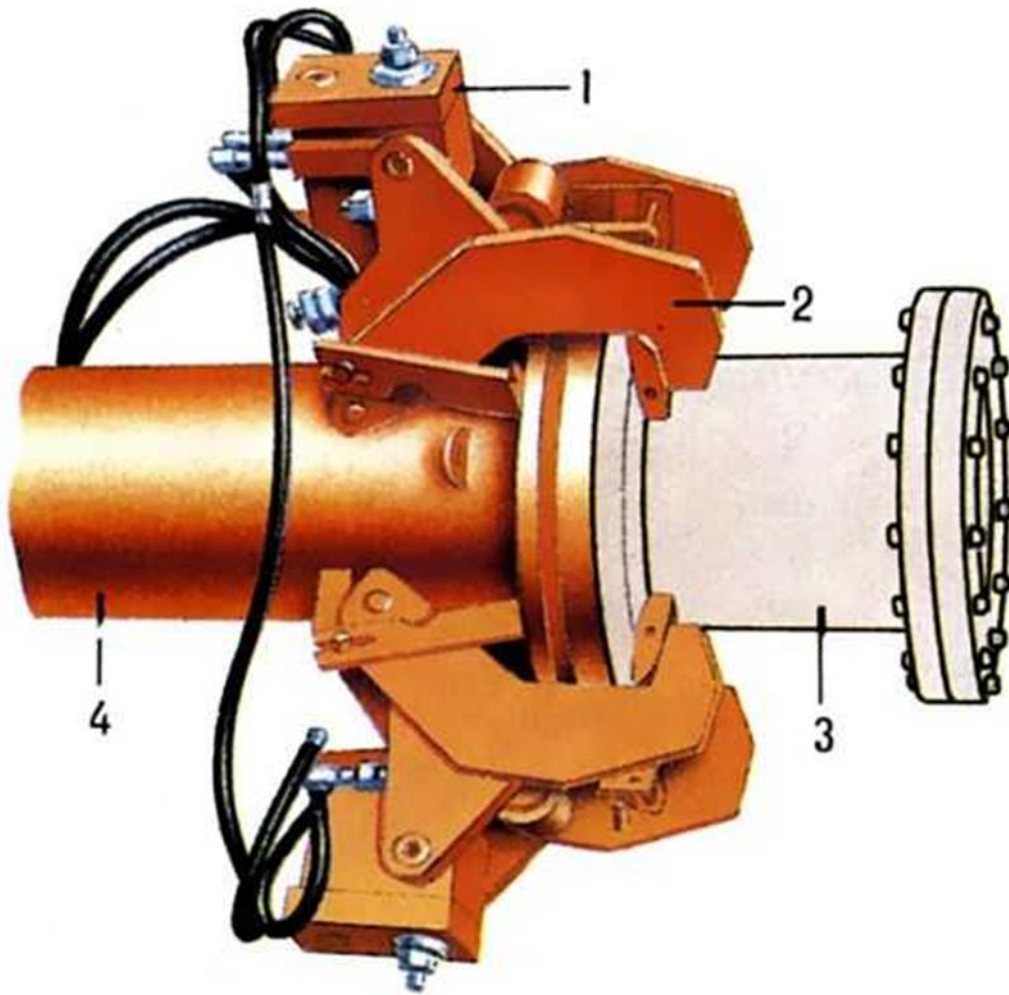
1. Стендер: 1 - нерухома трубна частина стендера (стояк); 2 - берегова рухлива трубна частина; 3 - судна рухлива частина стендера; 4 – шарнірні з'єднання; 5 - противагу; 6 – система пантографа; 7 - спеціальна муфта для приєднання стендера до патрубка танкера">

мал. 1. Стендер: 1 - нерухома трубна частина стендера (стояк); 2 - берегова рухлива трубна частина; 3 - судна рухлива частина стендера; 4 – шарнірні з'єднання; 5 - противагу; 6 – система пантографа; 7 - спеціальна муфта для приєднання стендера до патрубка танкера.

Порожні С. врівноважуються у всіх положеннях за допомогою 2 противаг та системи пантографа. Обертання у вертикальній площині суднової та берегової трубних частин, а також обертання всього вузла С. навколо вертикальної осі здійснюється гідравліч. циліндрами, керованими за місцем чи дистанційно.

Во час з'єднання С. с судном гідравліч. циліндри автоматично переводяться в байпасне положення, що дозволяє С. слідувати за судном, враховуючи хитавицю, течію, вітер, припливи та відливи.

В верх. частини вертикальної труби С. змонтовані 2 шарнірні з'єднання для обертання у горизонтальній та вертикальній площинах, а також вакуумний клапан-переривник струменя рідини для недопущення розливу рідини на палубу судна. За судновою трубою частиною розміщені гідравліч. циліндри для роботи суднової та берегової трубних частин. Для приєднання С. до патрубка судна на кінці його є шарнірне з'єднання, приводна та спец. муфти, сконструйовані так, що з'єднає, фланець завжди залишається під прямим кутом до горизонтальної площини, полегшуючи автоматичність. приєднання до суднового фланця (рис. 2).



мал. 2. Спеціальна муфта стендера для приєднання до патрубків танкера: 1 - гідравлічний виконавчий механізм; 2 - пристрій забезпечення герметичності системи танкер-стендер; 3 – стендер; 4 – патрубок танкера.

С. на вантажному майданчику нафтоналивного причалу встановлюються групою по 3-6 прим.

Навантаження нафти, нафтопродуктів та ін рідин проводиться береговими насосними установками, а відкачування баласту танкера на очисні споруди та злив продукту в резервуари - насосними установками танкера.

Під'єднання С. до приймальних патрубків танкера, управління навантаженням, вивантаженням та від'єднанням проводиться по радіо, а також з диспетчерського пункту, розташованого на березі, з місцевого пункту, що знаходиться на вантажному майданчику, з переносного пульта оператора. При перевищенні навантаження на С. забезпечується аварійне

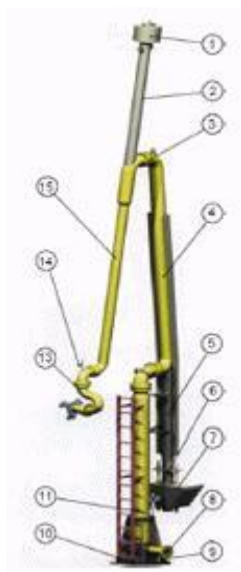
припинення зливно-наливних операцій шляхом зупинки насосів та перекриття приводної муфти.

Зразки стендерів та стандартна схема розташування маніфольду

Стендери використовуються для перевалки наливних вантажів у танкери та з танкерів. Стендери розрізняються за способом керування (ручне та автоматичне), діаметром труб та призначення (за типом вантажу).

Промисловістю випускаються стендери діаметром від 100 до 600 мм. Для перевалки зрідженого газу використовуються стендери з паровою установкою (для охолодження газу під час перекачування), а для в'язких продуктів (наприклад, мазуту) для його підігріву.

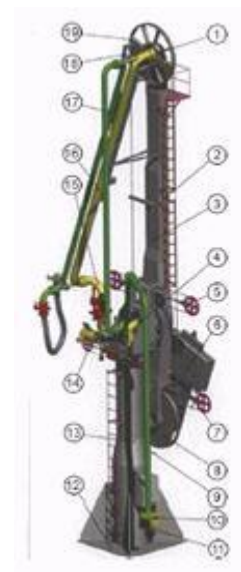
На малюнку 1 показаний стендер із ручним управлінням. На малюнку 2 – з автоматичним керуванням. На малюнку 3 стендер з паровою установкою та автоматичним керуванням.



Малюнок 1



Малюнок 2



Малюнок 3

Коротка характеристика стендерів

Основні параметри	Ду – 600(500)	Ду – 400	Ду - 300
-------------------	---------------	----------	----------

Діаметр трубопроводу стендера, мм	610/508	406	305
Пропускна спроможність, м³/год	10000/6500	4000	2500
Допустимий тиск у трубопроводі, кг/см	2,46	2,46	2,46





Тема 8. Спеціальне перевантажувальне обладнання.

Бункери. Загальне улаштування, класифікація, типи. Елементи бункерів. Основи теорії і розрахунків бункерів. Процес течі та сводостворення, тиск на днище, стенки, гравітаційні пересипні улаштування, жолобі, труби, спуски (гвинтові, сходнянні, роликові). Основи теорії і розрахунків.

Обладнання терміналів насипних і навалювальних вантажів

З великого різноманіття обладнання, що застосовується для перевантаження насипних і навалочних вантажів, можна виділити такі групи:

- ❖ бункерні та силосні установки;
- ❖ конвеєри (стрічкові, скребкові, гвинтові, інерційні хитні, вібраційні та ін.) і ковшові елеватори (норії);
- ❖ грейферні крани (портальні, мостові, козлові, кабельні, мостокабельні) і мостові перевантажувачі;
- ❖ грейферної-бункерні перевантажувачі;
- ❖ конвеєрні комплекси і кратцер-крани;
- ❖ металеві машини;
- ❖ ковшові навантажувачі та зачисні машини;
- ❖ машини для вантажної обробки вагонів (вагоноперекидачі, вагонні розвантажувачі);
- ❖ пневмотранспортні установки;
- ❖ гідротранспортні установки.

Бункерні та силосні установки

У транспортно-технологічних системах передавання навалювальних сипучих вантажів використовують машини циклічної і безперервної дії, при цьому виникають перерви на перестановку транспортних засобів у міру їхнього завантаження.

У таких випадках необхідно використовувати проміжні технологічні накопичувачі: під час передання вантажу крановим грейфером на транспортер необхідний бункер місткістю не менше об'єму грейфера і випускною спроможністю, відповідною до продуктивності машин; під час завантаження

вагонів за безперервно працюючою технологічною лінією потрібен бункер, що накопичує вантаж за час перестановки вагонів; під час завантаження залізничних подач, які подають періодично, і суден необхідне накопичення вантажу з короткочасним зберіганням у бункерах силосного типу.

Головними характеристиками бункерів і силосів є місткість і продуктивність розвантаження. Продуктивність розвантаження залежить від властивостей вантажу: гранулометричного складу, вологості, злежуваності, опору зсуву і конструкції бункера-силосу.

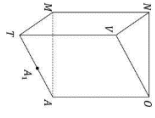
Призначення та класифікація бункерів

Бункери являють собою судини великого обсягу із завантажувальними та розвантажувальними отворами, що перекриваються засувками. Бункери призначені для прийому, тимчасового накопичення, зберігання та подачі на транспортні засоби насипних вантажів для їх подальшої переробки. Бункери завантажуються через відкритий верх або завантажувальні отвори, розвантажуються через отвори днищем або внизу бічних стінок. Просування вантажу бункером і закінчення його через отвори відбуваються під дією сили тяжіння. Бункери застосовуються в установках трьох типів: акумулюючі – для зберігання насипних вантажів, забезпечені пристроями для завантаження та розвантаження ємностей; пристроями для вимірювання маси та ін; зрівняльні – проміжні ємності для насипних вантажів; технологічні – для тимчасового зберігання проміжних продуктів переробки. Застосування бункерів необхідно у разі, якщо пов'язані у єдиному виробничому процесі транспортні і технологічні машини працюють у різних режимах за часом: одні періодично, інші безперервно. Режим часу роботи та продуктивність комплексу об'єднаних транспортно-технологічних машин визначає необхідний обсяг бункерів для накопичення та зберігання вантажів. Процеси сводоутворення та швидкість закінчення вантажу залежать від фізико-механічних властивостей вантажу, діаметра розвантажувального отвору та форми бункера. У табл. 1 представлено класифікацію бункерів.

Таблиця 1

Класифікація бункерів

Бункери		Геометрична форма		Схема
Тип	Група	Корпус	Днища	
	Пірамідальні, обеліскові	Піраміда, обеліск		

Прямокутні	Комбіновані призмопірамідальні, призмообеліскові	Призма	Піраміда, обеліск	
Круглі	Конічні	Конус		
	Циліндроконічні	Циліндр	Конус	
Коритоподібні	Односкилі трикутні	Трикутна призма		
	Односкилі трапецієподібні	Чотирикутна призма	Трикутна призма	
	Двосхилі	Чотирикутна призма	Дві трикутні призми	
	Трапецеїдальні	Трапецеїдальне корито з випускними отворами		
	Параболічні	Параболічне корито		
	Комбіновані трапецеїдальні	Призма	Трапецеїдальне корито	
	У-подібні	Трапецеїдальне корито з плоским дном та бічною щілиною		

Бункери можуть бути круглими і прямокутними відповідно з конічним або пірамідальним випуском. Кут нахилу стінки випускної воронки, де α - кут тертя в матеріалі по стінках бункера. Зі збільшенням кута будемо мати перехід нормальної форми витікання (центрального канал) до суцільної гідравлічної. При цьому скорочується місткість бункера або зростає його висота, що призводить до збільшення габаритних розмірів технологічного вузла (рис. 1, а, б).

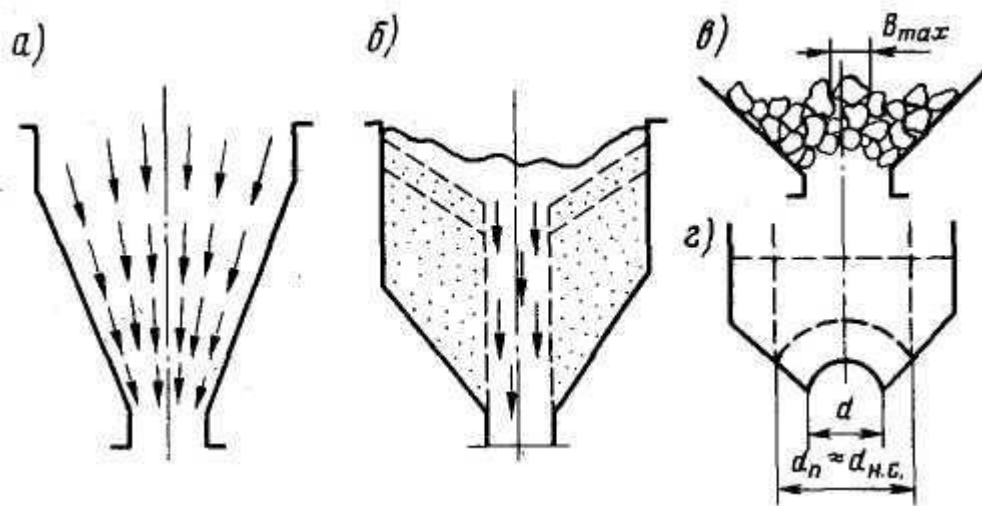


Рис. 1. Види витікання і склепіння:

а - суцільне гідравлічне витікання; б - нормальне витікання; в - склепіння великокускових матеріалів; г - склепіння дрібнодисперсних зв'язкових злежувальних матеріалів

Бункери великої місткості і більш тривалим зберіганням вантажу відносять до категорії силосних.

Сипучість матеріалу легко визначити за обваленням укосів і визначенням опору зсуву.

Із втратою сипучості зростає зв'язність між частинками вантажу, що призводить до обвалення укосів блоками (коли маса блоку долає опір по лінії складування), зростання опору зрушенню і явища склепіння (у сипучому матеріалі печера-грот не утворюється).

Опір зсуву визначають за допомогою спеціального приладу (рис. 2, а) відповідно до закону Кулона

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \phi$$

де σ_0 - початковий опір частинок без навантаження;

ϕ - кут внутрішнього тертя.

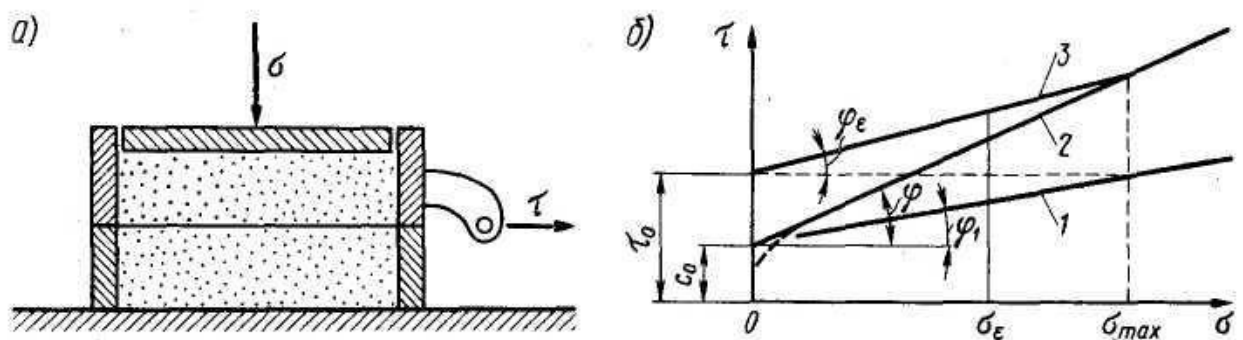


Рис. 2. Прилад для визначення опору зсуву (а) і характеристики опору зсуву (б):

- 1 - зсув ущільненого матеріалу, але зі знятим навантаженням;
- 2 - зсув під навантаженням, починаючи з пухкої структури;
- 3 - зсув під навантаженням раніше ущільненого матеріалу

Однак для моделювання дійсних властивостей вантажу необхідно докласти навантаження, які визначили б фактичну густину матеріалу (тиск вищерозміщених шарів, ущільнення вантажем, що падає під час завантаження, тощо). Метод визначення властивостей має відповідати стану матеріалу в транспортному процесі (рис. 2, б).

Опір зсуву матеріалу з густиною, отриманою під навантаженням, визначається таким чином:

$$\tau_{\varepsilon} = \sigma_{\varepsilon} \operatorname{tg} \phi_{\varepsilon} + \sigma_{\max} \operatorname{tg} \phi_1 + c_0$$

Останні два члени в цьому виразі характеризують справжній початковий опір зсуву раніше ущільненого матеріалу.

При відкритті розвантажувального отвору бункера витіканню зв'язного матеріалу перешкоджає склепіння. Збільшуючи розвантажувальний отвір на експериментальному випробувальному бункері, визначимо розмір гранично стійкого склепіння (діаметр найбільшого склепіння). Під час руйнування статичного склепіння матеріал витікає в зоні потоку з діаметром, що може призвести до завалу, у зв'язку з чим необхідно використовувати живильники підбункерних машин. Використання діаметрів розвантажувальних отворів у живильників створює підпір зоні потоку і сприяє склепіння.

Зі зміною зв'язності сипучого матеріалу в одній і тій самій ємності можна спостерігати різну поведінку матеріалу, що потребуватиме різних способів спонукання до витікання (рис. 3).

Умовно можна виокремити три форми витікання - поведінки зв'язного сипучого матеріалу в бункері-силосі під час відкриття випускного отвору:

- 1) матеріал малої зв'язності при відкритті розвантажувального отвору з діаметром d буде вільно витікати центральним каналом з обваленням укосів в утворену лійку з невеликими залишками на днищі: - витікання вільне;
- 2) матеріал підвищеної зв'язності, схильний до склепіння; після руйнування статичного склепіння витікає пульсуючим потоком з утворенням динамічних склепінь у зоні потоку: - витікання нестійке, зі збільшенням потрібна регульовальна дія;
- 3) матеріал високої зв'язності, статичні склепіння сумірні з діаметром ємності, вільного гравітаційного витікання не відбувається: - можливе примусове енергоємне розвантаження, використання бункерів недоцільне, краще використовувати шатрові склади з кратцер-кранами.

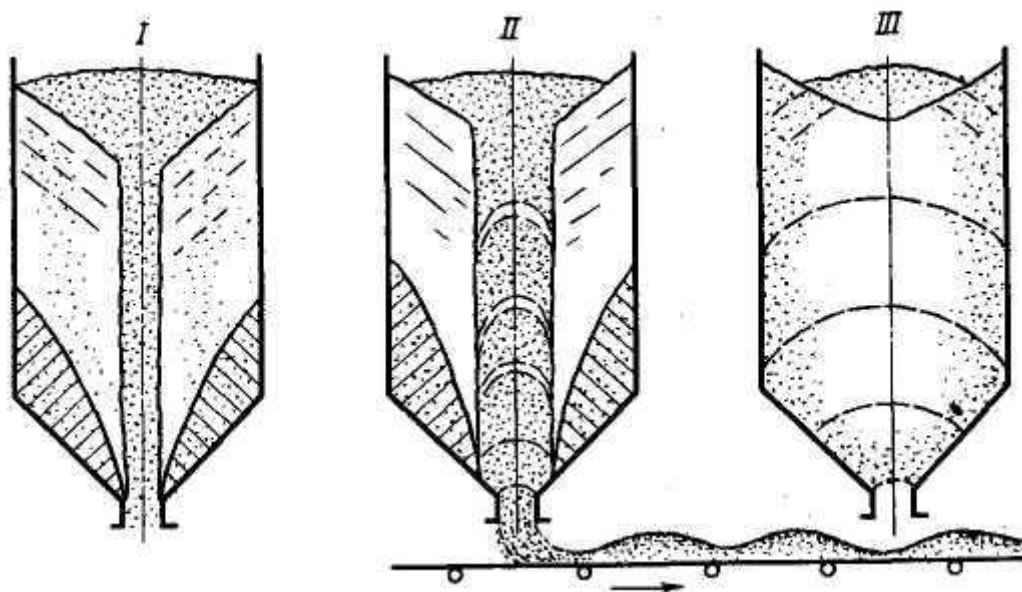


Рис. 3. Зміна форм витікання з ємності з підвищенням зв'язності:

- 1 - вільне нормальне витікання; 2 - нестійке регульоване витікання;
3 - примусове розвантаження

Отже, доцільно експлуатувати бункери-силоси, що забезпечують у співвідношенні з властивостями вантажу форми витікання 1 або 3. При цьому необхідно передбачати системи зводообрушення для безперебійного розвантаження ємностей, а також живильники і затвори, що в сукупності дасть змогу керувати процесом гравітаційного розвантаження.

Сводообрушувальні системи змінюють властивості вантажу в зоні розвантаження до відповідності можливостям випускного діаметра, призначеного для отримання заданої продуктивності. З цією метою залежно від властивостей вантажу використовують системи вібраційної, пневмо-механічної, пневматичної тощо дії (рис. 4). Стабілізуючі системи впливають на зону потоку для отримання, що забезпечує однорідний стабільний потік матеріалу. Ефективним може бути використання випускних ліжок із вхідним розміром більшим, системи пневмо- і пневмомеханічного впливу, покладені

по всьому днищу, які працюють послідовно, вібраційні решітки та конуси, які розтинають, з вібро- або пневмовпливом.

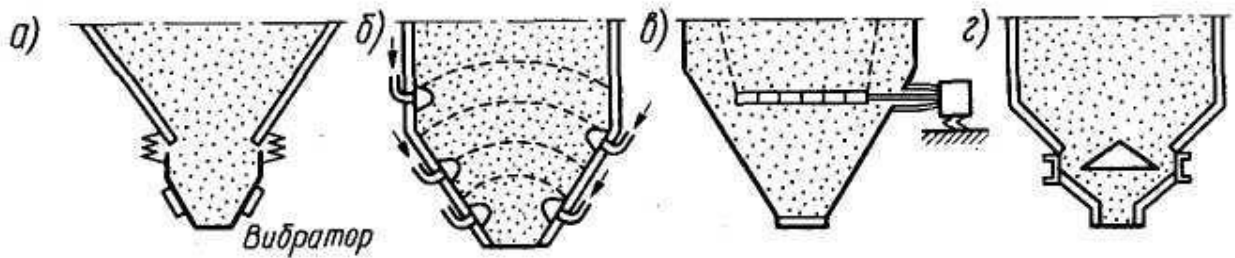


Рис. 4. Системи склепіння та стабілізації:

а - вібраційна система; б - пневмо-механічна система; в - струсоючі грати в потоці; г - конусний розсікач потоку з вібраційним або пневматичним впливом

Залежно від властивостей вантажу затвори можуть використовуватися окремо або спільно з живильниками, що дозволяє забезпечити більшу надійність управління легкосипучими вантажами, що аеруються. Призначення затвора – перекрити рух гравітаційного потоку до отримання необхідної продуктивності. Для цього використовують клапани різних конструкцій, шибери, сектори та інші пристрої. Живильник дозволяє стабілізувати нерівномірність гравітаційного потоку та забезпечити подачу вантажу на наступну машину із заданою продуктивністю. Як живильники використовують компактні міні-транспортери: стрічкові, ланцюгові, гвинтові, вібраційні тощо (рис. 5). Випускні отвори бувають круглої та прямокутної форми, симетричні до осі бункера та зміщені. Вони суттєво впливають на продуктивність розвантаження і призначаються залежно від зводоутворюючого розміру.

Прямокутна форма наводиться до круглої через гідравлічний радіус

$$R_{\Gamma}=F/L,$$

де F — площа отвору; L — довжина периметра.

Для шматкових вантажів

$$d_{н.с} = 2k(80 + B_{\max})\operatorname{tg}\phi$$

де k - досвідчений коефіцієнт ($k = 2,6$, для сортового вантажу, $k = 2,4$ для рядового вантажу різних фракцій); $B_{\max}$ - розмір найбільшого шматка вантажу.

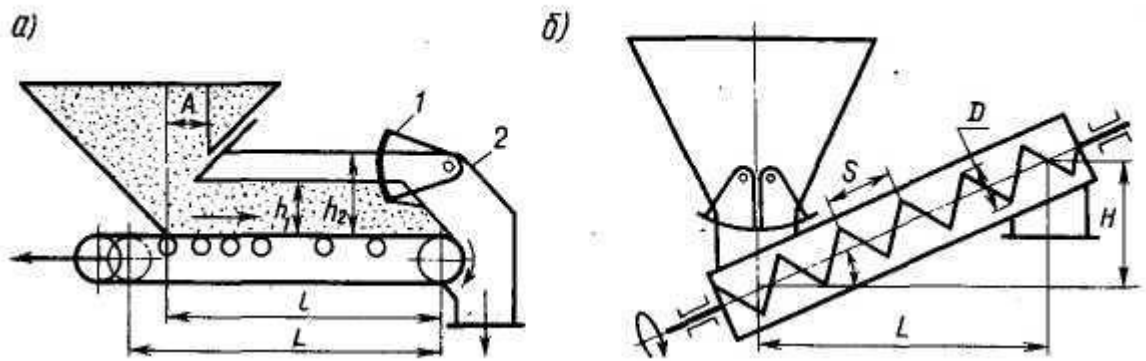


Рис. 5. Живильники та затвори бункерних установок:

а — стрічковий живильник із шиберною заслінкою та секторним затвором; б - гвинтовий живильник з секторним затвором і стрічковими вагами;

1 - регулююча заслінка; 2 - борти

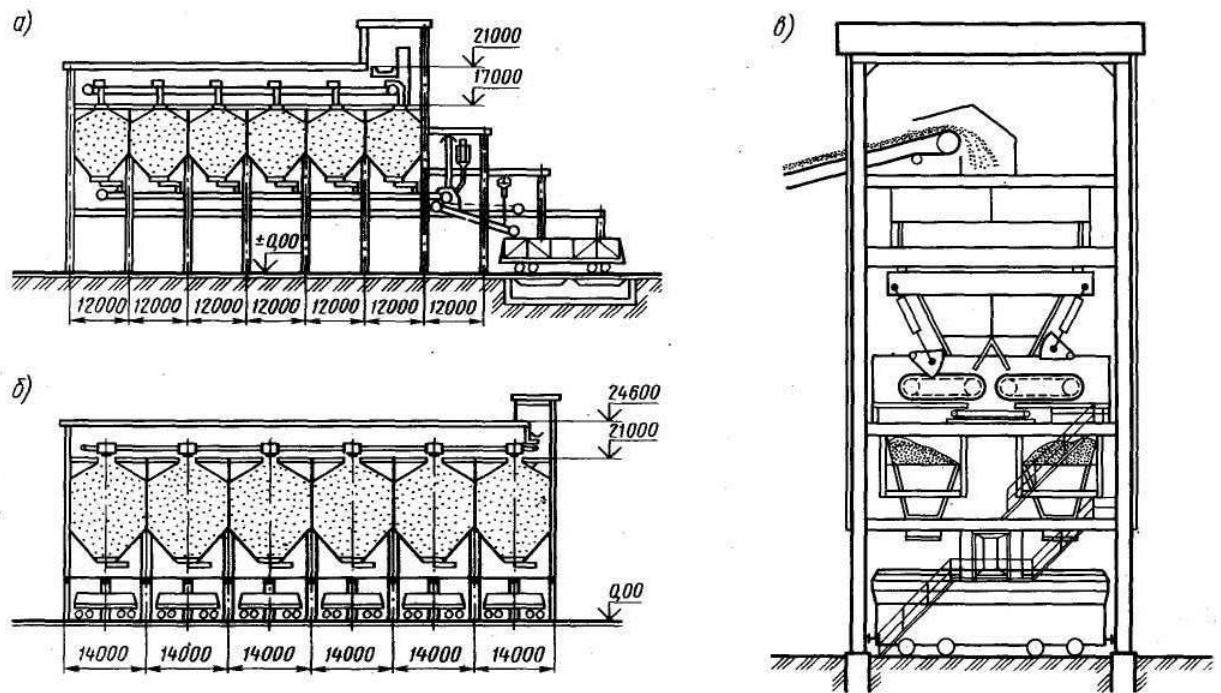


Рис. 6. Бункерні перевантажувальні станції

а - масове дозування з використанням вагонних ваг; б - об'ємне дозування з використанням підбункерних дозаторів; в - автоматизована установка для завантаження вагонів

Для дрібнодисперсних вантажів

$$d_{н.с} = 4\tau_{\varepsilon} (2 + \sin \phi) / \gamma_{\varepsilon}$$

де

τ - Опір вантажу зсуву з вихідною щільністю, обумовленої умов зберігання;

γ - Насипна щільність вантажу.

Пропускна здатність бункера визначається продуктивністю розвантаження, тобто масою вантажу, що спливає через розвантажувальний отвір в одиницю часу:

$$П = 3600vF\gamma$$

де

v - швидкість закінчення вантажу,

F - площа отвору,

γ -насипна щільність вантажу в потоці

Швидкість закінчення нестабільна (- max,- min) у зв'язку із зміною щільності матеріалу при переході з нерухомого стану до сипкості і назад у зв'язку з підпором від затворів та живильників

$$v_{0-\varepsilon} = \lambda \sqrt{2q \left[2,1R_{\Gamma} - \frac{3,4\tau_0 - \varepsilon}{\gamma_0 - \varepsilon} \right]}$$

При цьому емпіричний коефіцієнт $\lambda = 0,2 \dots 0,65$, де вищі значення характеризують сухі, сортувальні, зернисті добре сипучі матеріали, менші - погано сипкі (зв'язкові) матеріали. Бункери та силосні установки використовуються як елементи машин та технологічних ліній (наприклад, у грейферно-бункерних перевантажувачах) або як окремі секції у складі вузлів завантаження вагонів. При цьому можливе об'ємне та масове дозування (рис. 6, а, б). У першому випадку використовуються підвагонні ваги (рис. 6, а), у другому об'ємні дозатори (наприклад, стрічковий) (рис. 6, б). Бункерна установка (рис. 6, в) має здвоєну симетричну конструкцію. Потік вантажу, що минає, регулюється секторними затворами і стрічковими живильниками до повного завантаження мірних бункерів. Така система забезпечує рівномірне завантаження вагона, не вимагає штивки - розрівнювання вантажу, гарантує рівномірні навантаження на колісні осі вагона, що необхідно для безпеки швидкісної доставки залізницею. Продуктивність завантаження 55 вагонів за 1 год, один вагон завантажується за 66 с. Установка може обробляти сипучі вантажі об'ємною масою $0,8 \dots 3,4$ т/м³ з

автоматичним перенастроюванням обладнання та реєстрацією перевантажувальних операцій.

Силоси як складські бункерувальні ємності роблять прямокутними, призматичними і круглими діаметром 6 і 12 м і висотою 25..30 м. Для запобігання процесам зводоутворення розширення зони потоку та зменшення залишків вантажу для порту на Онезькому озері спроектований силосний. діаметром 24 м і висотою 25 м. Бетонні стіни стягнуті металевими обручами, а днище має шість випускних конічних вирв з механічними шиберами, під якими встановлені випускні вирви зі шнековими живильниками. Склад призначений для апатитового концентрату з нестабільною вологістю 0,5...1,5 %, що призводить до змінної сипучості - злежності. Для забезпечення розвантаження конусне днище покрите секціями пневматичного склепіння та скидання залишків у чотири яруси, що включаються через електроклапани послідовно при зниженні продуктивності розвантаження. Випускна лійка має секції регульованої подачі повітря в залежності від навантаження приводу живильника, що відповідає продуктивності розвантаження, через блок порівняння, автомат і колонку дистанційного керування регулюючим клапаном. Тривалий термін експлуатації показав надійність роботи складу. Експлуатація бункерів і силосів вимагає регулярного контролю міцності та періодичного повного їх очищення для запобігання обростання залишками та профілактики систем обвалення та стабільної роботи.

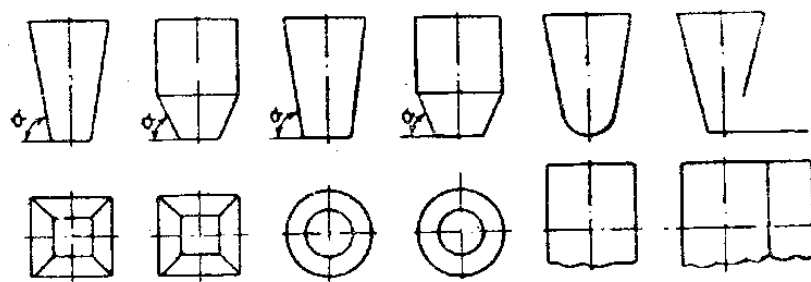
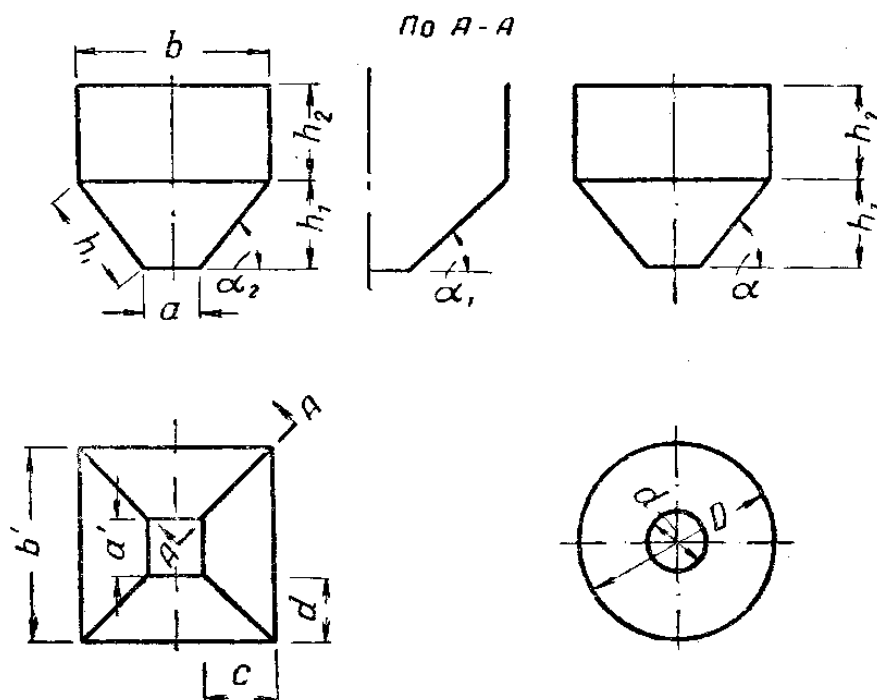
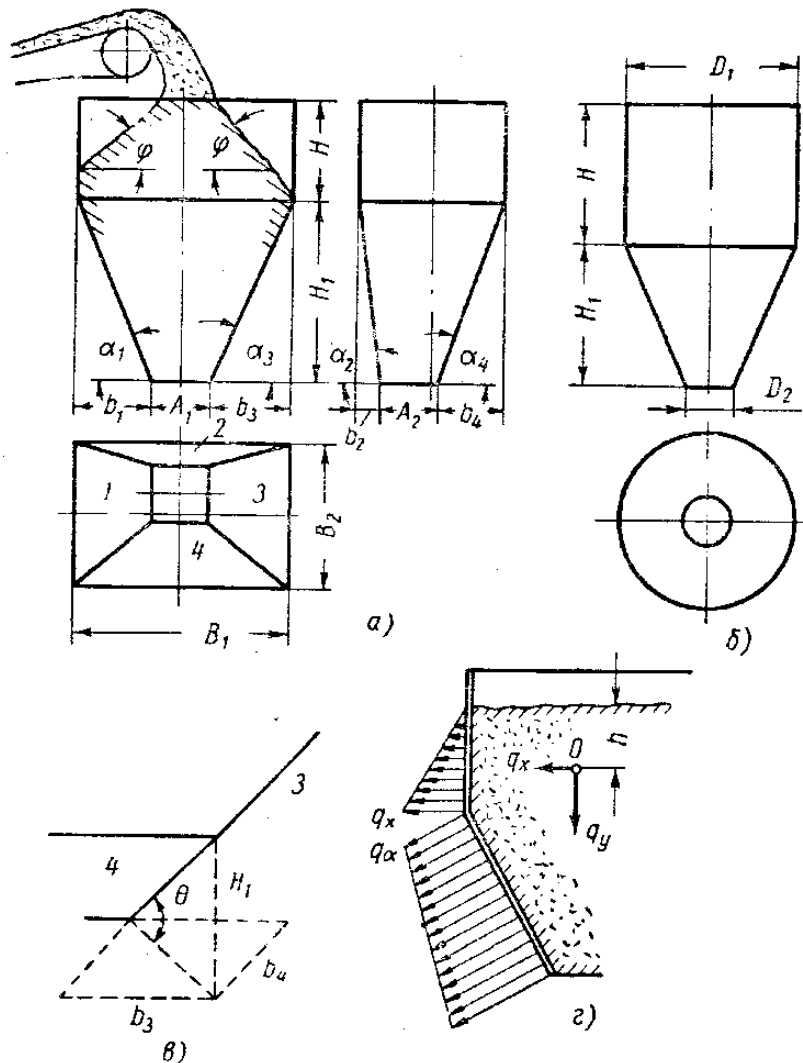


Рис. 96. Схема бункеров





Форма бункера повинна забезпечувати максимальне заповнення та повне розвантаження без утворення «мертвих» зон, де відбувається затримка вантажу, і запобігати можливості зводуутворення (зависання) вантажу над розвантажувальними отворами, що порушує режим вільного закінчення вантажу. Кут нахилу стінок бункера повинен бути на $10\text{--}15^\circ$ більше кута природного укосу вантажу для того, щоб у стінок вирви не утворювалася пасивна зона, в межах якої вантаж на початку розвантаження залишається нерухомим, потім розташовується по кутку природного укосу, а потім ковзає вздовж стінок бункера. Бункери виготовляють дерев'яними, металевими, бетонними, залізобетонними. Найбільшого поширення мають бункери зі стінками з листової сталі та каркасом із профільної сталі. Для полегшення руху вантажів стінки бункерів усередині виконують гладкими; при переміщенні абразивних вантажів стінки бункерів армують сталевими знімними плитами. Розвантажувальні отвори бункера розташовують по центру днища або збоку з одного або з обох боків. Корпус бункера закріплюється зверху за краї конструкції, що несе.

Процеси закінчення та сводоутворення в бункерах При закінченні насипного вантажу з бункера через розвантажувальний отвір утворюється склепіння з рухомих частинок, що сприймає тиск вище шарів. У першій зоні,

що лежить над склепінням, частинки рухаються в замкнутому шарі і стикаються одна з одною. З цього шару частинки безперервно переходять у область самого склепіння. Під поверхнею склепіння починається зона вільного падіння частинок під впливом своєї сили тяжкості. У цій другій зоні вже немає пов'язаних один з одним шарів частинок, вони не стикаються, при зменшенні відстані між ними збільшуються. При експериментальному порівнянні бункерів з круглим, квадратним і прямокутним розвантажувальними отворами, що мають одну і ту ж площу перерізу, встановлено, що найбільша кількість вантажу в одиницю часу розвантажувється з бункера з розвантажувальним отвором, що характеризується найбільшим гідравлічним радіусом, тобто з бункера. Потім слідує бункер з квадратним і прямокутним отворами. Щілинний та еліптичний розвантажувальні отвори приблизно рівноцінні за кількістю розвантажуваного матеріалу, за швидкістю потоку обидва ці отвори значно поступаються отвору з круглим перетином. У несиметричних бункерах опір спливу в 2-3 рази більше, ніж у симетричних.

Бункерні затвори

Бункерні затвори служать для закривання та відкривання випускних отворів бункерів та регулювання вихідного потоку насипного вантажу. Точність регулювання потоку відкриванням випускного отвору можлива лише за добре сипких матеріалах [2]. Бункерні затвори повинні мати просту та міцну конструкцію, малі габарити; забезпечувати зручність маневрування та швидкість дії, щільність закривання та можливість регулювання потоку вантажу. За типом приводу затвори бувають ручні та механічні (електричні, пневматичні та гідравлічні) з дистанційним керуванням. За способом дії затвори поділяють на: відсікають потік вантажу (затвори у вигляді плоскої засувки та секторні) і створюють підпір (лоткові) [2, 3]. Конструктивні виконання затворів представлені на рис. 7.4. Рис. 7.4. Конструктивні схеми затворів: а, б – засувки; в – стрічковий гусеничний затвор; г – лотковий затвор; д – одnoseкторний затвор; е – двосекторний (щелепний); ж, з – похилий секторний; та – здвоєний секторний; до – пальцевий. Класифікація затворів: у вигляді плоскої засувки (рис. 7.4 а б) встановлюються в днищі або бічній стінці бункера; стрічкові гусеничні (рис. 7.4, в) відкривають або закривають отвір пересуванням рами із закріпленою на ній рухомою конвеєрною стрічкою; секторні (рис. 7.4, д-і) мають циліндричну поверхню і при закриванні або відкритті повертаються навколо горизонтальної осі; щелепні (рис. 7.4, ж, з) з рухом сектора вгору чи вниз; пальцеві (рис. 7.4, к), що складаються з важелів (пальців), що піднімаються і опускаються, підвішених на ланцюгах; лоткові (рис. 7.4, г) регулюють потік вантажу зміною кута нахилу лотка. ^ 7.4 Живильники та дозатори Живильники є механічними пристроями для забезпечення стабільного регульованого вантажопотоку з бункера або вирви на конвеєри та засоби періодичного транспорту [2, 3, 5, 6]. В даний час широко використовується велика різноманітність конструктивних виконань живильників, кожен з яких має переваги за певних умов експлуатації та організації завантаження, однак універсального функціонального рішення не

існує. Тип живильника вибирається в кожному окремому випадку залежно від характеристики вантажу, що транспортується, продуктивності та виробничих умов (табл. 7.2). Таблиця 7.2 Типи та різновиди живильників

Тип живильника	Призначення
1	Стрічковий Для рівномірної подачі насипних матеріалів на технологічні машини та пристрої, що транспортують. Забезпечує регульовану продуктивність зміною висоти шару вантажу на стрічці за допомогою шиберних пристроїв завантажувальних бункерів
2	Пластинчастий Для рівномірної подачі важких, крупно-кускових, абразивних вантажів. Розгойдується Для безперервної подачі з бункерів шматкових та сипких матеріалів з насипною щільністю до 2,6 т/м ³ . Має просту конструкцію, високу надійність, продуктивність регулюється за рахунок ходу лотка
Вібраційний	Для дозованої подачі шматкових і зернистих сипких матеріалів з бункерів, вирв та інших завантажувальних пристроїв. Живильники вібраційні з активатором призначені для вивантаження з бункерів сипучих матеріалів, схильних до зводоутворення та зависання. Дисковий Для рівномірної видачі з бункерів шматкових, сипких та поганосипких матеріалів з насипною щільністю до 2,5 т/м ³ , працює під тиском матеріалу з бункера, продуктивність регулюється за рахунок зміни положення знімного ножа та числа оборотів двигуна

Закінчення табл. 7.2

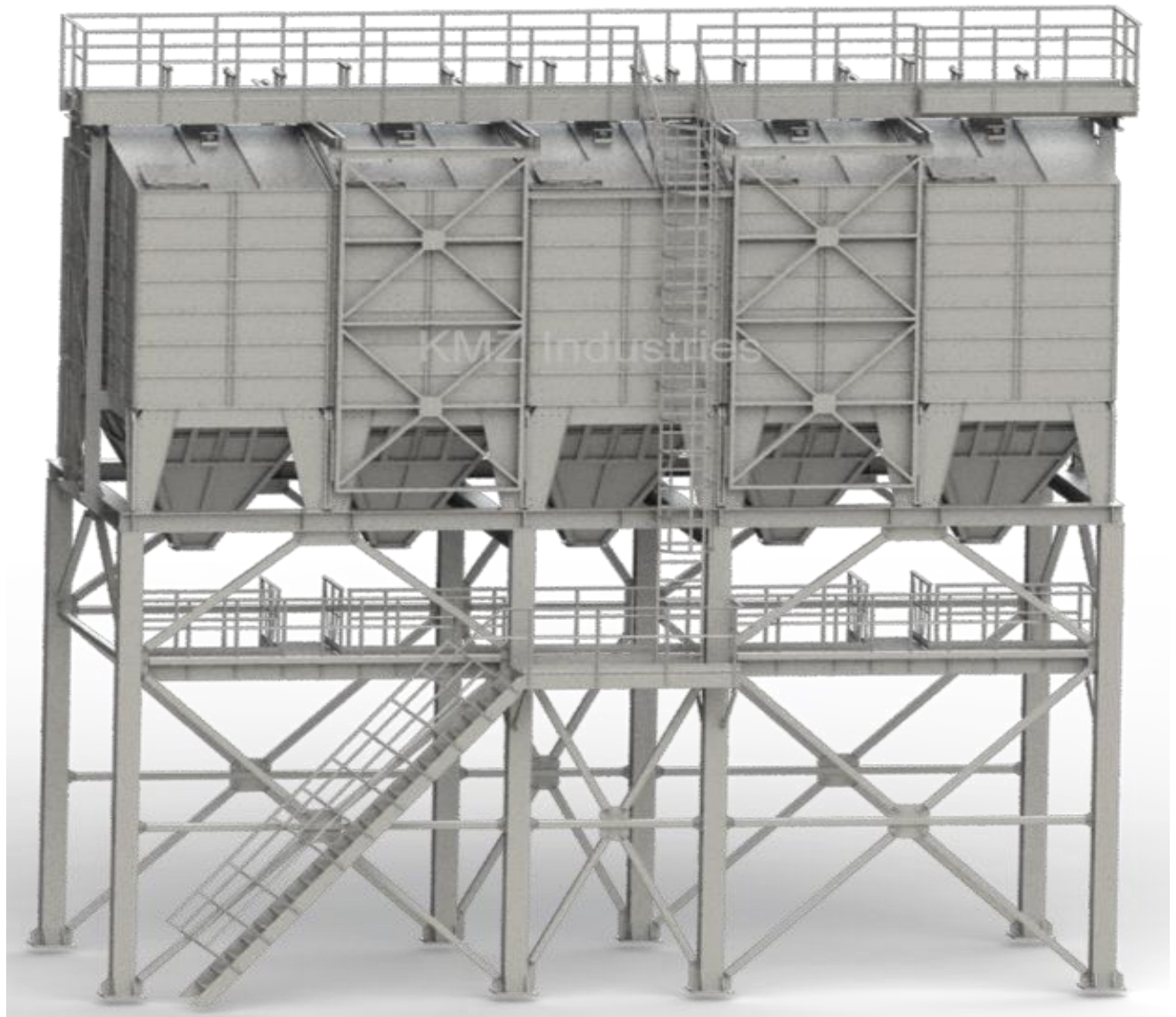
1	Гвинтовий Для рівномірної подачі пилоподібних, зернистих, дрібнокускових насипних вантажів
2	Барабанний Для рівномірної подачі добре сипких зернистих і дрібнокускових вантажів і з ребристою поверхнею барабана для великокускових вантажів
Ланцюговий	Для рівномірної подачі крупнокускових однорідних вантажів
Лопатевий	Для рівномірної подачі дрібнофракційного матеріалу з бункера з високою точністю подачі

Живильники призначені для безперервної рівномірної подачі сухих матеріалів із заданими (або регульованими) характеристиками потоку в технологічні машини та пристрої, що транспортують, а так само як самостійне обладнання для наповнення тари сипучими продуктами. Живильники застосовуються на підприємствах гірничої, металургійної промисловості; на лініях випуску сухих будівельних сумішей; для подачі сипких матеріалів у різних технологічних процесах подрібнення, змішування, транспортування, випалу, фасування. Дозатори - механічні пристрої циклічної дії, що виробляють при кожному циклі видачу з бункера певної порції (дози) насипного вантажу. Дозування може проводитися за обсягом або масою. Дозування за обсягом здійснюється за допомогою мірної судини (рис. 7.5), плунжера або осередкового барабана. Поворот мірної судини забезпечується пневмоциліндром. Рис. 7.5. Схема дозатора із дозуванням за обсягом Деякі типи дозаторів використовуються не тільки як самостійні агрегати, але і в комплексі з іншими пристроями, що дозують, що забезпечують складне

багатокомпонентне дозування і мають широкі можливості по вбудовуванню в технологічні лінії.







Тема 9. Спеціальне перевантажувальне обладнання.

Роликові конвейери. Основи теорії і розрахунків. Пакетоформіруючі машини: типи, конструктивні та технологічні особистості, елементи.

Призначення, класифікація роликових конвеєрів.

Роликові конвеєри (рольганги) відносяться до групи машин безперервного транспорту без тягового органу та переміщують по горизонталі або під невеликим кутом нахилу штучні вантажі (зливки, плити, профільний прокат, контейнери, ящики тощо), які можуть перекочуватися по роликах та мають плоску опорну поверхню. Вантажі котяться стаціонарними роликами, осі яких укріплені на жорсткій рамі. Роликові конвеєри виконують приводними та не приводними, стаціонарними та переносними або пересувними. Ролики приводних конвеєрів наводяться в обертання двигуном і повідомляють рух вантажів, що лежать на них; у не приводних конвеєрах вантажі переміщуються під дією рушійної сили та приводять у обертання ролики. Ролики приводних та не приводних конвеєрів виконуються циліндричними та дисковими. Ролики зазвичай мають циліндричну форму і конструктивне виконання як у ролик опору стрічкових конвеєрів. Ролики виготовляються зі сталевих труби, а за легких і середніх умов роботи використовують ролики, виконані з синтетичних полімерних матеріалів, тому що вони мають меншу масу, довговічніші, еластичніші і безшумніші при роботі. Циліндричні та дискові конвеєрні ролики обертаються на шарикопідшипниках на нерухомих осях. Довжина циліндричних роликів приймається із нормального ряду: 160; 200; 250; 320; 400; 500; 650; 800; 1000; 1200 мм. Крок роликів приймається із нормального ряду: 50; 60; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630 мм. Дискові ролики мають різноманітні конструкції (із зовнішніми або внутрішніми кільцями із пластмаси, з однорядним або дворядним підшипником та ін.), основною їх перевагою є те, що при вантажах невеликих розмірів осі дискових роликів, розташованих у шаховому порядку, можуть встановлюватися ближче один до одного забезпечуючи спокійний хід вантажів. Роликові конвеєри складаються з модульних секцій довжиною 2–3 м, змонтованих із групи роликів, встановлених у опори та закріплених на рамі. Для регулювання кута нахилу конвеєра стійки рами виконують висувними. Роликові конвеєри відрізняються простотою конструкції, можливістю створення траси практично будь-якої конфігурації та довжини з численними розгалуженнями та перетинами, вони

входять до складу складних транспортно-технологічних систем та комплексів, використовуються у поєднанні з іншими підйомно-транспортними та транспортуючими машинами та технологічним обладнанням.

Непривідні роликові конвеєри.

Непривідні роликові конвеєри виконують стаціонарними, переносними та пересувними. Конвеєри встановлюються з нахилом у бік руху, і вантажі переміщуються під впливом своєї сили тяжкості. Відстань між осями роликів вибирають таким, щоб вантаж завжди лежав не менше ніж на двох роликах, тобто не більше ніж $\frac{1}{3}$ довжини вантажу. Основними параметрами непривідних роликових конвеєрів (рольгангів) загального призначення є: довжина ролика – 160–1200 мм та діаметр ролика – 40–155 мм. Крок роликів становить 50-630 мм, радіуси поворотних секцій – 400-4000 мм. Непривідні роликові конвеєри (рис. 6.12) прості в експлуатації, економічні та відрізняються зручністю укладання та знімання вантажів; ширина ходової частини: 160, 250, 400 та 650 мм; діаметри дисків 40 та 60 мм; крок установки 40, 80 та 160 мм [5, 6].

Непривідні роликові конвеєри:

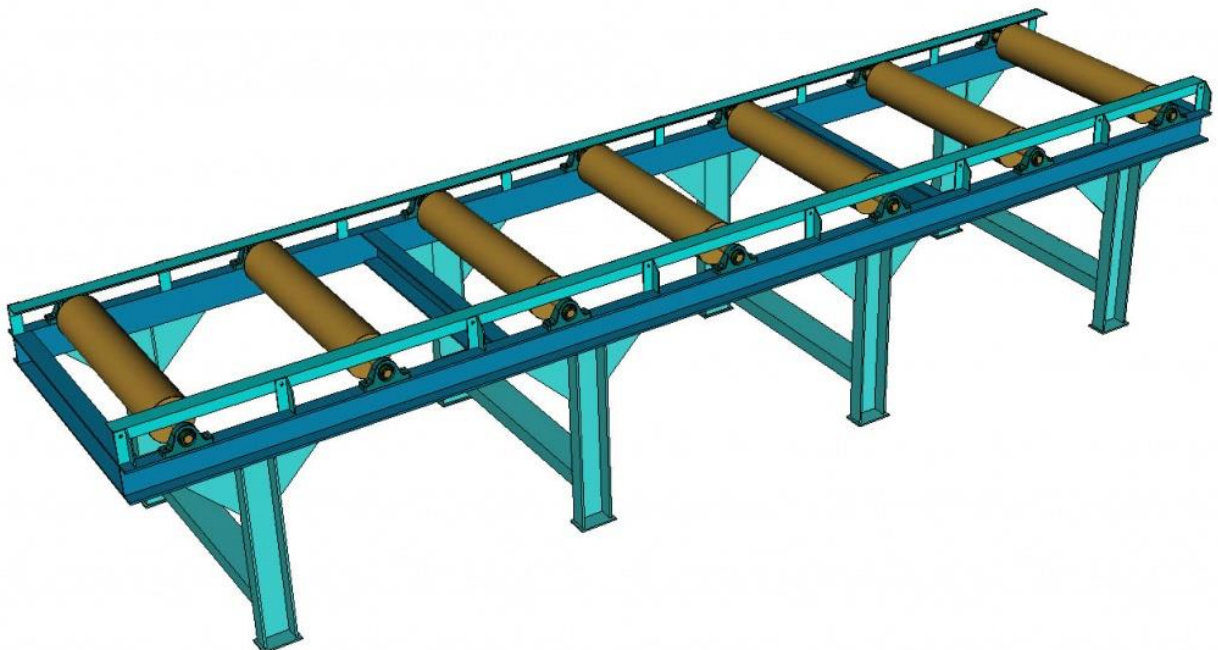
а – стаціонарний однорядний;

б - стаціонарний роздільний здвоєний;

в – здвоєний із похилими роликами для циліндричних вантажів;

г – із похилими роликами (дисками) для труб;

д - пересувний; е – пересувний, що розсувається



Непривідні роликові конвеєри мають перетину та розгалуження траси подібно до стрілки рейкових колій. На криволінійних ділянках (повороти траси) встановлюють по два окремі циліндричні або конічні ролики. На непривідних роликових конвеєрах крім циліндричних використовують дискові ролики, що самовстановлюються по ходу вантажів; кульові опори, що забезпечують рух вантажів у будь-який бік.

До недоліків рольгангів належать: невисока продуктивність, нестабільність швидкості руху, можливість зупинки та мимовільного скидання вантажів, необхідність відновлення втраченої на похилій трасі висоти.

Непривідні роликові конвеєри мають прямолінійні, криволінійні секції в одно- і дворядному виконаннях, а на місцях перетину трас - роликові і кульові поворотні столи, що обертаються. Криволінійні ділянки характеризуються підвищеним опором руху, що призводить до збільшення їхнього кута нахилу.

Використання елементів роликових конвеєрів у різних комбінаціях дозволяє об'єднати в єдину транспортну систему неоднакові за ритмом ділянки технологічної лінії. Ці елементи мають автоматичне керування та забезпечують регулювання черговості надходження вантажів на основний конвеєр.

При вільному русі вантажу під ухил можливий його розгін до великої швидкості, обмеження чи регулювання швидкості на роликовому настилі встановлюють гальмівні пристрої різноманітних конструкцій. На конвеєрах, що сходяться під гострим кутом для запобігання зіткнення вантажів встановлюють блокуючі пристрої.

При виборі кроку роликів необхідно враховувати, що чим менший крок, тим спокійніший хід вантажу, менший середній тиск його на ролик, вища металомісткість і вартість конвеєра, більший опір руху та кут нахилу настилу.

Приймають довжину ролика $\ell_p < (0,45-0,2) \ell_{гр}$ ($\ell_{гр}$ – довжина опорної поверхні вантажу); зазвичай $\ell_p = 1/3 \ell_{гр}$. Для коротких високих вантажів або вантажів зі зміщеним центром мас по довжині виконують перевірку на стійкість.

Розрахунок непривідних роликових конвеєрів

Через невизначеність розподілу ваги $G_{гр}$ вантажу на ролики обмежуються визначенням середнього навантаження N на ролик загалом.

При $2\ell_p < \ell_{гр} < 3\ell_p$ $P = 0,5 G_{гр}$;

при $3\ell_p < \ell_{гр} < 4\ell_p$ $P = 0,33 G_{гр}$;

при $4\ell_p < \ell_{гр} < 5\ell_p$ $P = 0,25 \text{ Ггр.}$

Робота вантажу в період обертання ролика з прискоренням складається з роботи тертя та кінетичної енергії ролика

$$A = K P v^2 / 2g,$$

де $K = 0,8 - 0,9$ – коефіцієнт, що враховує розподіл обертової частини ролика.

Опір руху вантажу

Опір руху вантажу є визначальним при виборі кута нахилу гравітаційного конвеєра або зовнішнього зусилля, необхідного для переміщення вантажу.

Нахил гравітаційного конвеєра має бути таким, щоб вантаж переміщався на трасі самоходом без зупинок та збільшення швидкості.

Опір руху складається з опору тертя в опорах W_1 ; опору тертю кочення W_2 та ковзання W_3 вантажу по роликах; опору подолання інерції роликів W_4 та самого вантажу W_5 ; опору тертю вантажу об борту W_6 ; опори подолання неплоскостності установки роликів W_7 та ін. У більшості випадків одночасно діють опори W_1 , W_2 , W_3 , W_4 та W_7 . Умова рівномірного розподілу ваги вантажу між роликами, що знаходяться під вантажем. $Z = \ell_{гр} / \ell_p$ дає

$$W_{1-2} = W_1 + W_2 = (G_{гр} + G_p Z_p) \frac{d_p}{D_p} f + G_{гр} \frac{2\mu}{D_p},$$

де f - приведений до діаметру підшипника d_p коефіцієнт тертя, рівний для хороших і важких умов роботи відповідно 0.03 і 0.06;

μ - коефіцієнт тертя кочення вантажу;

$G_{гр}$ і G_p – сила тяжкості вантажу, що транспортується, і обертових частин одного ролика.

Максимальні значення складових W_3 і W_4 виникають при наїзді вантажу на ролик, що не обертається, коли інтервал часу $t_{ін}$ між вантажами більше часу циклу $t_{ц}$ обертання ролика, тобто. При

$$t_{ц} < t_{ін} = 3600/\Pi,$$

де Π - пропускна спроможність (продуктивність) конвеєра, шт/год.

Цикл обертання ролика складається з прийнятого лінійного до швидкості вантажу $v_{гр}$, руху з однаковими швидкостями $v_{гр} = v_p$ і уповільнення до зупинки після сходу вантажу з ролика. Вважаючи $v_{гр}$ при наїзді на ролик незмінною, вважатимуться, що робота сил тертя вантажу витрачається порівну на розгін ролика і виділення тепла внаслідок прослизання і вирівнювання швидкостей. Таким чином, втрата енергії при русі вантажу на ролику від опорів W_3 і W_4 дорівнює подвоєної кінетичної енергії E_p , що повідомляється ролику при розгоні:

$$A_c = 2 E_p = 2 \frac{k G_p D_p^2}{4g} \frac{\omega^2}{2} = k_{\Pi} \frac{G_p v_{гр}^2}{4g}$$

де $k_{\Pi} = 0.8 - 0.9$ – коефіцієнт, що враховує розбіжність середнього діаметра розподілу маси частин ролика, що обертаються, з його зовнішнім діаметром D_p , ω – кутова швидкість обертання ролика.

Дія опорів зручніше вважати рівномірним за довжиною кроку роликів. Тоді

$$W_{3-4} = W_3 + W_4 = k_{\Pi} \frac{G_p v_{гр}^2}{g t_p}$$

та

$$W_{1-4} = W_{1-2} + W_{3-4} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4,$$

При збільшенні швидкості руху вантажу опір W_{3-4} підвищується пропорційно до її квадрата. Завдяки цьому швидкість $v_{гр}$ для даного конвеєра має деяке граничне значення, яке зазвичай перевищує допустиме. У разі при транспортуванні важких вантажів обмеження швидкості виникає необхідність встановлення спеціальних гальмівних роликів. На значення кута нахилу β гравітаційного конвеєра впливають сила тяжкості частин, що обертаються, і діаметр ролика.

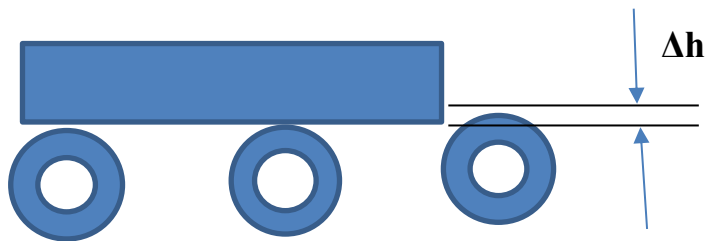
Опір від інерції маси вантажу $m_{гр}$ має значення при рушанні з місця або під час руху з прискоренням dv/dt . Цей опір враховується рідко. Воно дорівнює

$$W_5 = m_{гр} dv/dt.$$

На конвеєрі з бортами не виключено їх контакт із вантажем та появу опору W_6 . Опір W_6 можна визначити, користуючись додатковою літературою.

Значний місцевий опір W_7 виникає при наїзді вантажу на ролик, що виступає.

Без урахування кута нахилу конвеєра



$$W_7 = G_{\text{гр}} \sqrt{\frac{\Delta h}{D_p}}$$

При невеликому перепаді рівнів $h = 0,01 D_p$ максимальне значення місцевого опору може становити $W_7 \approx 0,1 G_{\text{гр}}$, що в кілька разів перевищує середнє значення W_{1-4} . Для зменшення впливу W_7 на рух вантажу особливу увагу слід звернути на якість монтажу, перевіряючи установку роликів по всій довжині траси конвеєра. При накладанні контрольної лінійки послідовно на кожні три ролики просвіт, що утворюється, не повинен перевищувати норматив значень.

При спрощенні розрахунку без урахування W_7 кут нахилу конвеєра повинен забезпечувати умову $\text{tg } \beta > \omega$ (тут ω – розрахунковий коефіцієнт опору руху вантажу).

Отже,
$$\omega = \sum \frac{W}{G_{\text{гр}}} = (W_{1-2} + W_{3-4}) / G_{\text{гр}} .$$

Імовірність виникнення інших опорів обумовлена нерівностями на опорній підставі вантажів, що несе. Велике значення набуває транспортування на піддонах з гладкими днищами або в тарі зі скошеними передніми кромками опорних площин.

Кут нахилу до горизонталі настилу роликів конвеєрів слід приймати від 0,5 до 10%.

Великі значення кута нахилу набувають для легких вантажів. На криволінійних секціях до середніх значень кута нахилу необхідно додати кінцевих роликів 1,5 – 2%, а циліндричних – 3 – 4%.

Повна сила опору руху вантажу

$$W = W_1 + W_2 + W_3. (6.22)$$

Опір коченню вантажу за роликами

$$W_1 = G 2k / D, (6.23)$$

де k - коефіцієнт тертя кочення вантажу по роликах;

D – діаметр ролика.

Опір тертю в цапфах ролика

$$W_2 = [(G + Pz') \mu d] / D, (6.24)$$

де z' - кількість роликів, на яких лежить вантаж;

μ - коефіцієнт тертя в шийці ролика;

d – діаметр шийки ролика.

Для одного ролика робота дорівнює $2A$, для всіх z роликів на конвеєрі $2Az$, тоді опір ковзання вантажу по роликах

$$W_3 = 2Az / L = k P z v^2 / g L, (6.25)$$

де L - довжина конвеєра (шлях переміщення вантажу).

Коефіцієнт опору руху вантажу ω' і рівний йому тангенс кута β нахилу конвеєра

$$\omega' = \operatorname{tg} \beta = W / G. (6.26)$$

Зі зменшенням маси вантажів необхідно збільшувати кут нахилу конвеєра. Кут нахилу роликового конвеєра залежить від сили тяжіння обертових частин роликів і маси вантажу, що переміщується, від коефіцієнта тертя кочення, який змінюється в залежності від стану опорної поверхні вантажу, діаметра роликів і типу підшипників (на криволінійних ділянках траси нахил збільшується на 0,5-1%).

Вісь і обичайку ролика перевіряють на міцність і жорсткість.

Привідні роликові конвеєри, типи та загальний пристрій



Привідні роликові конвеєри отримали широке застосування в металургійній та деревообробній промисловості, у прокатних цехах, на заводах, що виробляють різання та розкрій листового та профільного металу, а також на складах готової продукції. Такі конвеєри на окремих ділянках прокатного виробництва є єдиним можливим транспортним засобом.

У приводних роликових конвеєрах обертання всі робочі ролики здійснюється від двигуна, тому класифікація таких конвеєрів проводиться у спосіб передачі на ролики рушійної сили. Привідні роликові конвеєри виконують із груповим та індивідуальним приводом. За призначенням їх класифікують на транспортні з груповим приводом та робочі реверсивні з індивідуальним приводом для кожного ролика.

При груповому приводі рух роликам передається позовжнім трансмісійним валом, приводними ланцюгами, клиновими ременями або стрічкою.

Пакетоформуюча машина

Пакетоформуючі машини призначені для формування пакетів штучних вантажів (мішків, ящиків, коробок тощо) з перев'язкою або без неї та з укладанням на піддони. Основними вузлами пакетоформуючих машин (випускаються, як правило, за спеціальними замовленнями) є механізм живлення (формуючий пристрій) - зазвичай стрічковий конвеєр, лотки або касети, що обертаються, підйомно-транспортний пристрій і приводний рольганг, що видає готові пакети, укладені на плоскі піддони. Недолік цих машин полягає в тому, що пакети, в які ними укладаються мішки, при транспортуванні розпадаються, що ускладнює вивантаження останніх. У пакетоформуючій машині в конструкції якої укладання пакетів передбачено на піддони з стінами, що огорожують, цей недолік відсутній.

Для прийому безперервно надходять штучних вантажів і формування з них стійких пакетів для видачі на роликовий конвеєр, що відводить, або на майданчик для захоплення вилами навантажувачів застосовуються спеціальні пакетоформуючі машини.

Існують пакетоформуючі машини для горизонтального та вертикального пакетування.

На рис. показано схему пакетоформуючої машини для ящикових вантажів на піддонах. Ящики надходять на машину гравітаційним роликовим конвеєром, забезпеченим пристроєм, що обмежує подачу ящиків на піддон. Порожній піддон встановлюється на підйомний стіл.

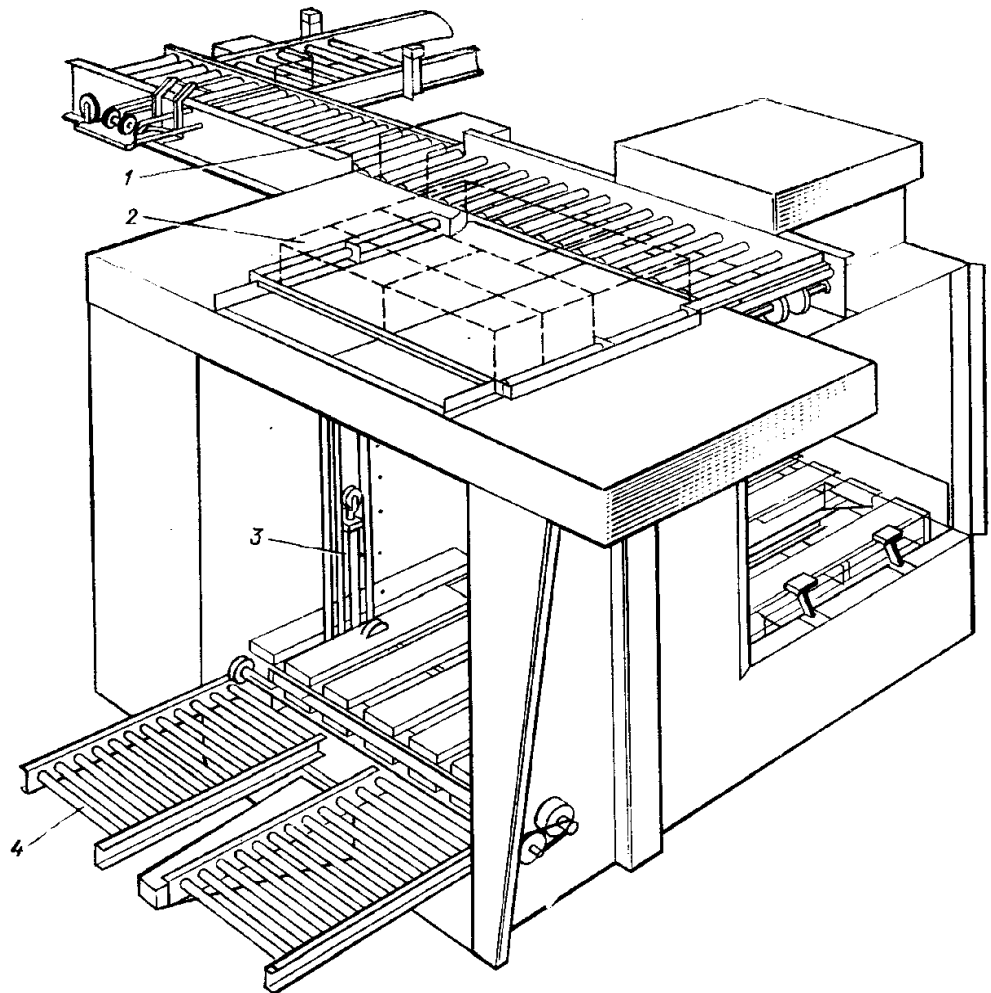
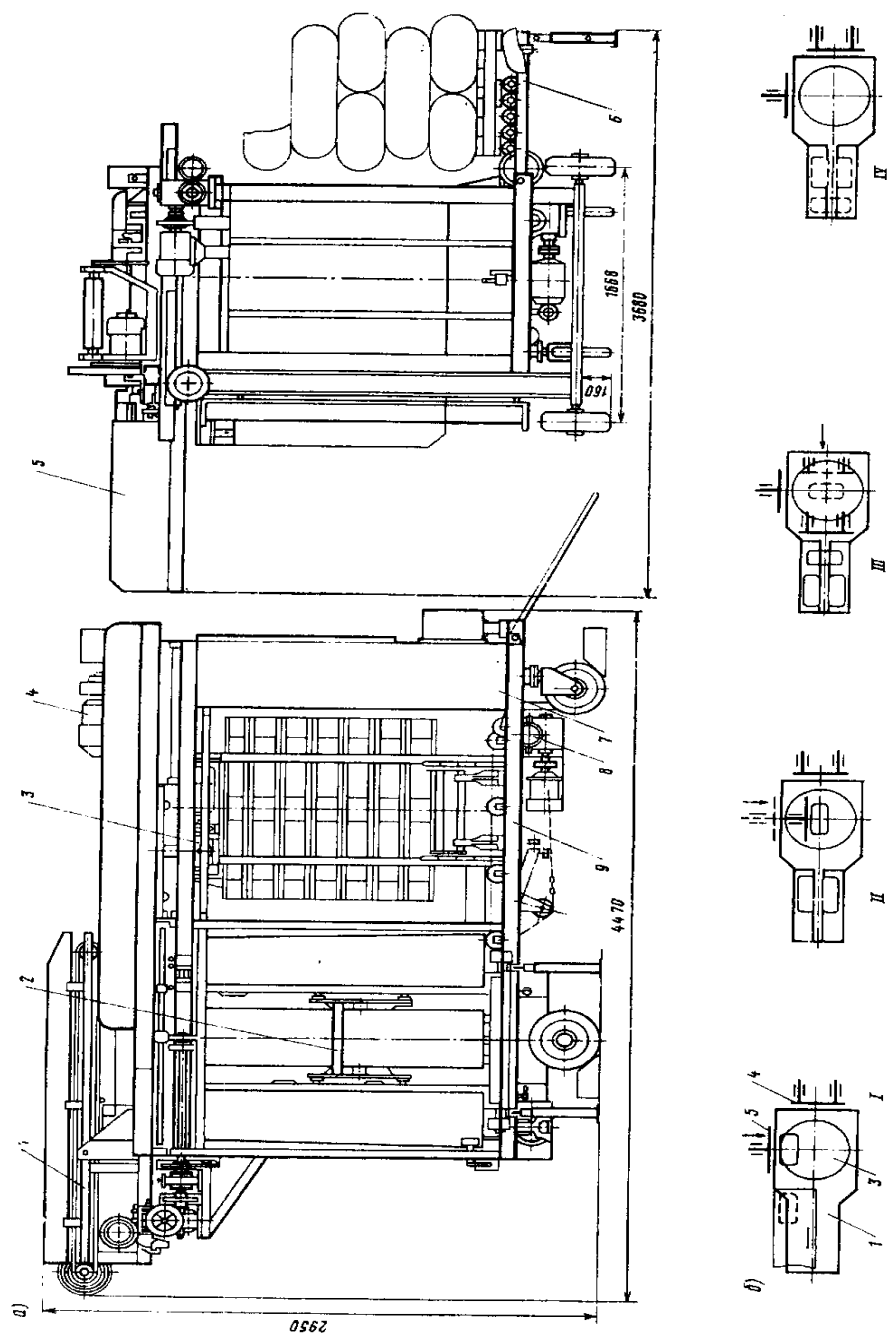


Рис. Автоматична пакетоформуюча машина

1 -роликовий конвеєр для подачі вантажу; 2 – пакети вантажу; 3 - механізм підйому та опускання пакета; 4-відвідна конвеєрна

Пакетування вантажів є завершальним технологічним процесом у підприємств-відправників вантажу, які для формування пакетів застосовують пакетоформуючі машини.

На рис. показана пакетоформуюча машина для тканинних або паперових мішків з сипучими вантажами, виконана в пересувному або стаціонарному варіантах.



Мал. Пакетоформуєча машина для мішків а – конструктивна схема б – принцип дії

Сипучі вантажі (цемент, зерно, цукор-пісок та ін.), затарені в мішки, є одним з основних тарно-штучних вантажів. Комплексна механізація вантажно-розвантажувальних робіт з такими вантажами найефективніше впроваджується методом пакетування мішків на піддонах із застосуванням автоматичних пакетоформуєчих машин та вилкових навантажувачів.

В основі цього способу лежить укладання мішків у пакети вагою 750-1000 кг і подальше виробництво вантажно-розвантажувальних робіт за допомогою електронавантажувачів, штабелерів та інших спеціалізованих вантажопідійомних машин, чим забезпечується механізоване навантаження та розвантаження критих вагонів, а також обслуговування складів без застосування ручної праці. Пакети формуються спеціальними автоматичними пакетоформуючими машинами, які дозволяють створити пакети, що унеможливають застосування ручної праці на всіх перевантажувальних та складських операціях, починаючи з підприємства-виробника до безпосереднього споживача. Крім комплексної механізації всіх процесів застосування пакетних перевезень забезпечує збереження мішків, чим скорочуються втрати вантажів при їх транспортуванні. Безперечні переваги пакетних перевезень створили кілька методів їх формування, що забезпечують міцність пакетів, дешевизну їх виготовлення, високий рівень автоматизації, зручність їх транспортування, зберігання та навантаження у криті вагони.

Переважає більшість відомих пакетоформуючих машин призначена для формування пакетів у перев'язку. При утворенні пакета в перев'язку необхідно частину мішків повертати на 90° , що ускладнює та ускладнює конструкцію машин.

Таким чином, пакетоформуючі машини з поворотними пристроями не є перспективними і повинні бути замінені найпростішими установками для укладання мішків блоками.

Установка двох штабелерів мостового типу вимагає дообладнання складу двома стрічковими конвеєрами по антресолях вздовж складу та двох похилих конвеєрів для подачі мішків до пакетоформуючих машин. Кожен штабелер управляється одним оператором і додатково, при завантаженні складу, одним робітником-вантажником, що забезпечує безперебійну роботу автоматичного укладача, та двома робітниками-вантажниками при евакуації.

Одночасно відпадають витрати на електронавантажувачі, пакетоформуючим машинам, піддонам ліквідується бригада вантажників і скорочуються пов'язані наведені витрати, пов'язані з простоем вагонів.

Пакетоформуючі машини, побудовані на принципі комбінованого укладання, хоча дозволяють отримати досить високу продуктивність, проте не забезпечують належної щільності укладання штучних вантажів у пакет.

З усієї різноманітності пакетоформуючих автоматів можна виділити два основних типи стрічкові та вилкові (універсальні автомати). На основі розроблена більшість пакетоформируючих машин, які забезпечують різні методи укладання штучних вантажів.

Одним з основних параметрів пакетоформуючих машин є їхня продуктивність, яку не можна розглядати відокремлено від продуктивності технологічної лінії виробництва та упаковки і слід вибирати з урахуванням останньої.

Пакетоформуючі машини повинні забезпечувати безперебійне пакетування вантажів відповідно до продуктивності пакувальних пристроїв і транспортуючих ліній автоматичне укладання вантажних місць у щільні пакети заданих розмірів без пошкоджень упаковки та вантажу автоматичну подачу порожніх піддонів у машину кріплення пакетів для їх стабільності в процесі доставки від вантажовідправника машині конвеєрі для виключення перерв при їх вивезенні навантажувачами гарний огляд основних робочих органів машини, зручність її технічного обслуговування та ремонту мінімальний штат обслуговуючого персоналу та безпека його роботи.

Складське обладнання включає стелажі та пакетоформуючі машини. За конструкцією та призначенням стелажі поділяються на універсальні — полично-клітинні та ящикові стелажі та шафи для зберігання негроміздких дрібноштучних матеріалів, напівфабрикатів та виробів та спеціальні — скоби, стійки, консольні стелажі (у тому числі ялинкові) для горизонтального зберігання довгомірних матеріалів. Проектом типу збірно-розбірних полично-клітинних стелажів, , Передбачаються наступні конструкції стелажів каркасні (чотири типи), гравітаційний (один тип) і поличкові (п'ять типів) для складування вантажів на піддонах (навантаження на секцію 1-5 / і), без піддонів, в тарі.

Роликові конвеєри використовують як засіб міжопераційного внутрішньоцехового транспорту, а також для вантажно-розвантажувальних та складських робіт. Елементи роликових конвеєрів часто застосовують у вигляді складових частин у багатьох навантажувальних та перевантажувальних пристроях, у пакетоформуючих машинах, у технологічних лініях на прийомі та видачі штучних вантажів у поєднанні з іншими підйомно-транспортними машинами та технологічним обладнанням.

Встановлено, що формування пакетів можливе із понад 10 тис. різних найменувань вантажів. При цьому використовують роботи та різні пакетоформуючі машини. Однак поки що пакетні перевантаження вантажів на залізничному транспорті становить лише близько 20 % економічно доцільного їх обсягу. У перспективі на пакетний спосіб перевезення може бути переключено понад 1 млн. т різних вантажів (лісоматеріали, металопродукт та грубі, будівельні матеріали та вироби, машини та комплектуючі та вироби до них, овочі, фрукти та інші продукти сільського господарства). В даний час у загальному обсязі пакетних перевезень на залізничному транспорті близько

50% складають чорні метали, близько 20% лісові та близько 15% будівельні вантажі.

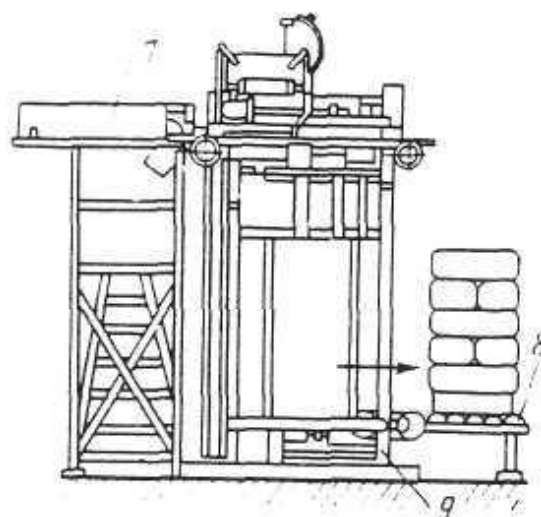
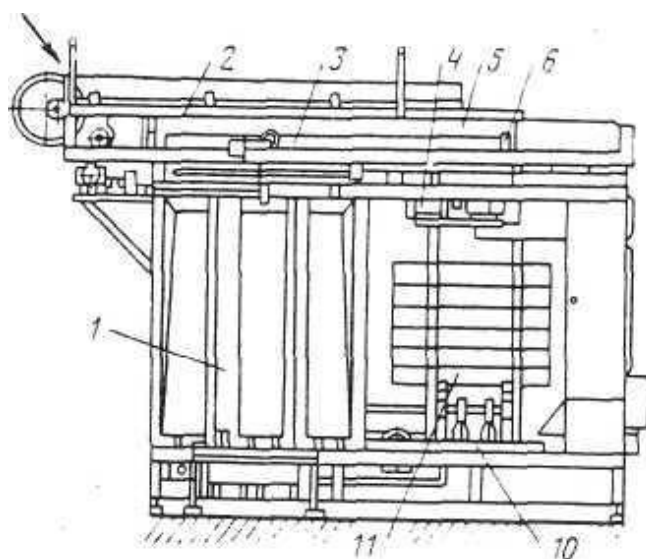
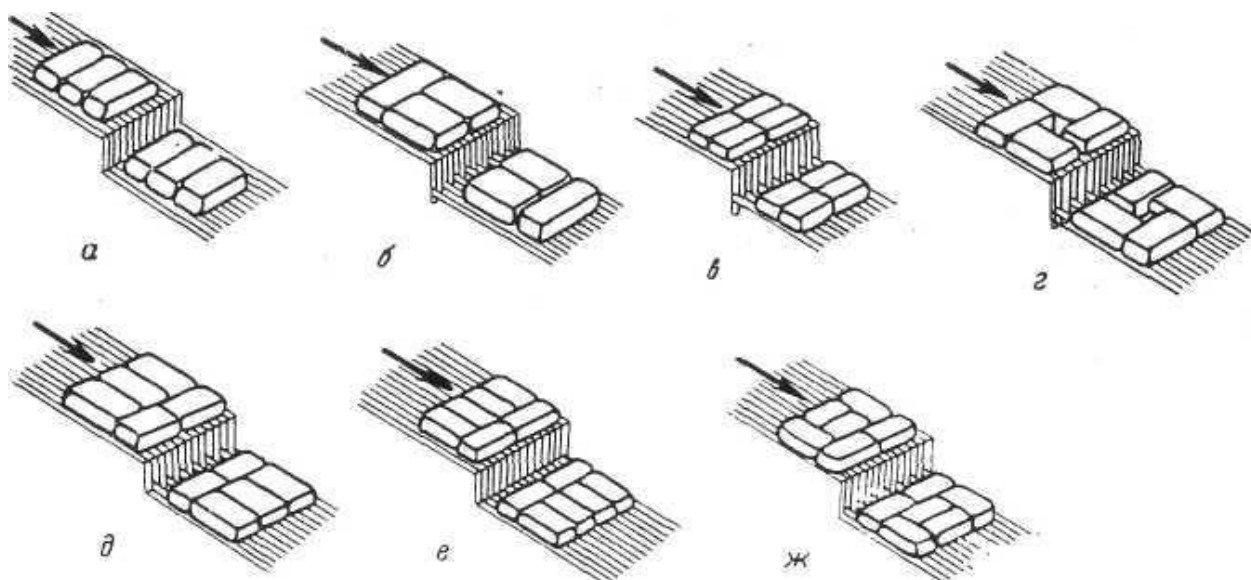
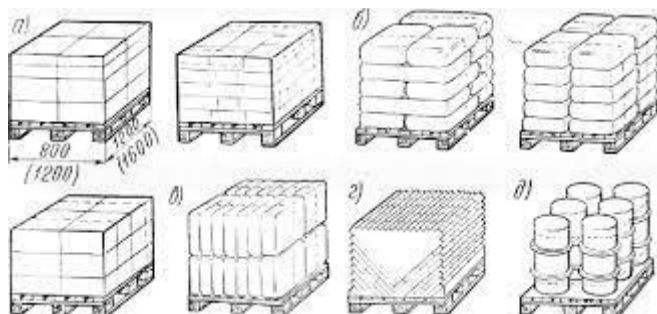
Пакетоформуючі машини найчастіше виготовляються під певний різновид вантажів ящики або мішки, хоча зустрічаються і універсальні пакетоформуючі машини, але вони більш складні і дорогі за вартістю. Пакетоформуючі машини виготовляють для роботи в автоматичному або напівавтоматичному режимі з гідромеханічним, пневматичним або електромеханічним приводом. Витрата потужності на одиницю сформованого вантажу становить 03-04 кВт.

При безпакетному зберіганні виключається 7650 піддонів, скорочуються розміри складу за рахунок ліквідації проїздів та на 50% зменшується парк електронавантажувачів. Це дозволяє розглянути проміжний варіант (схема III), при якому на складі встановлюються два штабелери мостового типу безперервної дії продуктивністю по 600 мішків на годину, а пакетоформуючі машини переносяться на вантажопотік, що виходить. При цьому подача пакетів у вагони електронавантажувачами та ручне навантаження мішків у вагони залишається за II схемою. Пакетоформуючі машини, засновані на способі вертикального формування, не забезпечують високої продуктивності, проте мають таку цінну властивість, як м'яка укладання штучних вантажів у пакет.

Кожна група машин, наведена у класифікаційній карті, має свої конструктивні та експлуатаційні особливості, що визначають техніко-економічну ефективність пакетоформуючої машини. Це необхідно врахувати при виборі принципової схеми машини. Так, машини, що формують пакети на допоміжних засобах, відрізняються складнішою конструкцією. Вони повинні бути передбачені механізми для розбирання пакета порожніх піддонів і циклічної поштучної подачі їх під пакет, що формується. Машини, що формують пакети без допоміжних засобів, менш складні, але труднощі полягають у створенні методу формування пакета та його транспортування.

У пристрої пакетоформуючих машин є багато спільного. Незалежно від типу кожна машина повинна вполюкять такі операції, як прийом і накопичення вантажів, що безперервно надходять, орієнтація вантажів відповідно до

прийнятої схеми формування пакета, сам процес формування, видача готового пакета. Операції, що їх машина, визначають конструкцію її робочих механізмів.



Тема 10. Спеціальне перевантажувальне обладнання.

Інерційні та вібраційні конвеєри, метателі, трюмні та вагонні машини для штивки, розвантажування та навантажування сипких вантажів. Основи теорії і розрахунків.

Конвеєри, що гойдаються. Загальні відомості

Коливний конвеєр, що коливається, являє собою відкритий або закритий герметичний жолоб або трубу, підвішену на опорній конструкції. Жолоб здійснює зворотно-поступальні рухи, в результаті яких вантаж, що знаходиться всередині, здійснює короткі переміщення вперед і поступово пересувається по всій довжині транспортування .

Конвеєри, що гойдаються, класифікують на інерційні, в яких вантаж ковзає по жолобу під дією сили інерції, і вібраційні, в яких вантаж відривається від жолоба і рухається всередині нього мікро кидками.



Конвеєри, що гойдаються, мають горизонтальну, полого нахилу (з підйомом вгору або ухилом вниз під кутом до 15°) і вертикальну трасу з переміщенням вантажу вгору по внутрішній гвинтовій поверхні. Конвеєри, що гойдаються, переміщують насипні, рідше штучні вантажі. Довжина траси горизонтальних конвеєрів, що гойдаються, становить не більше 100 м, продуктивність - до 400 м³/год.



Вертикальні конвеєри, що гойдаються, мають висоту до 12 м, продуктивність - до 20 м³/год.

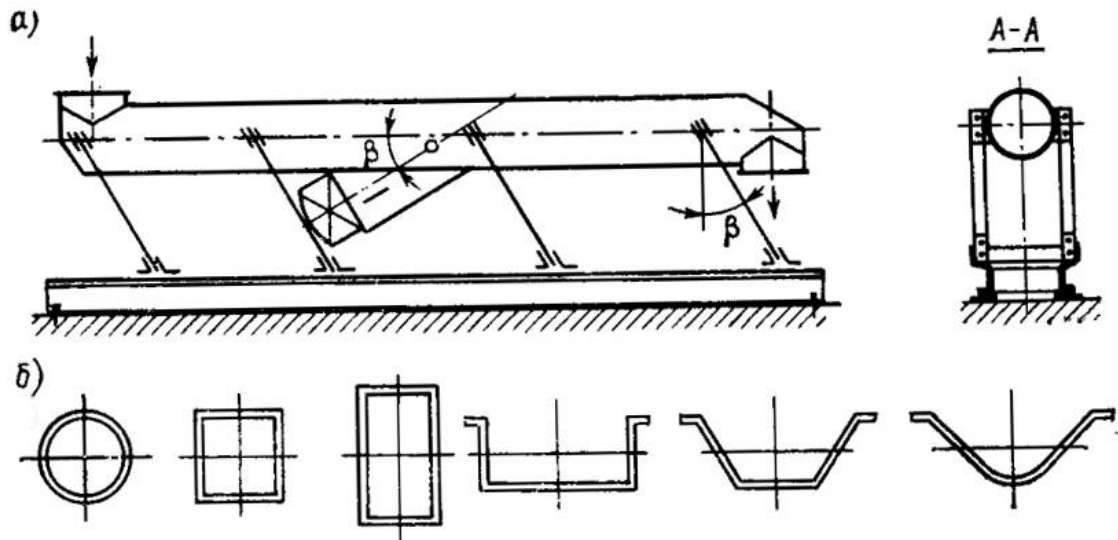
Конвеєри, що гойдаються, використовують на підприємствах хімічної та металургійної промисловості, при виробництві будівельних матеріалів (для забезпечення герметичного транспортування пилу, гарячих, газуючих, отруйних, хімічно агресивних вантажів).

Горизонтальні конвеєри, що гойдаються, переміщують чавунної і кручену сталеву стружку (яка є дуже незручним для транспортування вантажем) в механічних цехах, гарячу вибиту землю, дрібне лиття на машинобудівних підприємствах, гарячі вироби в металургійному виробництві. Вертикальні конвеєри, що коливаються, використовують у вигляді бункерів-накопичувачів при переміщенні дрібних деталей (гвинтів, заклепок та ін.) на лініях механічної обробки та складання.

Перевагами конвеєрів, що гойдаються, є простота конструкції; герметичність; можливість поєднання процесу транспортування з технологічними операціями

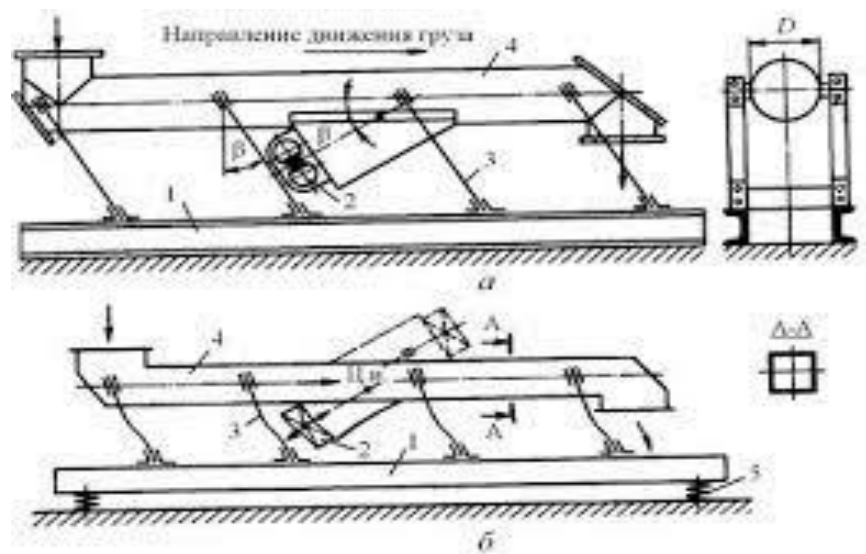
(гуркотіння, сушіння, охолодження); невисока витрата енергії; малий знос ринви вібраційних конвеєрів.

До недоліків належать: неможливість переміщення липких вантажів; передача вібраційних навантажень на опорні конструкції; невисокий термін служби пружних елементів та підшипників; інтенсивне зношування ринви; зниження швидкості та продуктивності при переміщенні дрібнодисперсних вантажів.



Динамічні режими роботи конвеєрів, що хитаються

Розглянемо процес переміщення частки вантажу, що знаходиться всередині труби



При коливальному русі похилої площини (рис. 6.5) під кутом α із прискоренням $j_{\text{ж}}$, спрямованому під кутом β , частка вантажу, що лежить на цій площині, переміщатиметься вздовж даної площини. При цьому нормальний тиск N частки вантажу на площину (дно труби або ринви)

$$N = m g \cos \alpha + m j_y$$

де m - маса частки вантажу;

j_y - складова прискорення $j_{\text{ж}}$ по осі Y ;

$$j_y = -j_{\text{ж}} \sin \beta = -a\omega^2 \sin \varphi \sin \beta.$$

Схема для розрахунку сили тиску вантажу на жолоб

Сила тиску вантажу на площину:

$$N = m (g \cos \alpha - a\omega^2 \sin \varphi \sin \beta),$$

де a - амплітуда коливань площини;

ω - кутова швидкість збудника коливань;

$\varphi = \omega t$ - фазовий кут коливань (t - час).

При $g \cos \alpha > a\omega^2 \sin \varphi \sin \beta$ сила тиску вантажу на площину спрямована вниз і є позитивною (вантаж знаходиться на дні ринви). При $g \cos \alpha < a\omega^2 \sin \varphi \sin \beta$ сила тиску спрямована вгору і вантаж прагне відірватися від площини.

Кут φ змінюється від 0 до 360° , тоді $\sin \varphi = 1$ при $\varphi = \pi/2 = 90^\circ$.

Коефіцієнт режиму роботи коливального (коливального) конвеєра .

Для горизонтального конвеєра $\cos \alpha = \cos 0^\circ = 1$ тому .

Коефіцієнт Γ характеризує динамічний режим роботи конвеєра, що коливається, і характер руху частинок вантажу: при $\Gamma < 1$ вантаж лежить на площині, що коливається і переміщається не відриваючись від неї (режим інерційних конвеєрів); при $\Gamma > 1$ вантаж відривається від площини, що коливається, і переміщається мікрокидками (режим вібраційних конвеєрів); за $\Gamma = 1$ мають місце граничні умови . При виконанні умови $1 < \Gamma \leq 3,3$ рух частинки вантажу є оптимальним і складається з кількох етапів, що виконуються у різні проміжки часу одного періоду коливань площини. Найбільш ефективним є рух частинок вантажу без ковзання, перемішування, зворотного руху, що перешкоджають раціональному переміщенню.

Схема руху частинок вантажу на вібраційному конвеєрі.

Діаграма руху частинок вантажу на вібраційному конвеєрі Найбільш раціональними режимами роботи конвеєра вважаються такі, при яких рух часток відбувається при безперервному підкиданні та час їх мікропольоту $t_{\text{п}}$ становить $t_{\text{п}} = \rho T$ (ρ - будь-яке ціле число). Рух із безперервним підкиданням частинок вантажу відбувається при значенні коефіцієнта Γ , що визначається за формулою

При $\rho = 1$ час $t_{\text{п}}$ одно повному періоду коливання конвеєра, а коефіцієнт режиму $\Gamma = 3,3$; при $\rho = 2$ $t_{\text{п}} = 2T$, а коефіцієнт $\Gamma = 6,36$. В результаті досліджень динамічних режимів роботи конвеєрів, що гойдаються, встановлено, що при ρ

> 1 і $\Gamma > 3,3$ є певні зони зниження швидкості переміщення вантажу (не відбувається пропорційного збільшення швидкості). При цьому конвеєр працює із значними прискореннями, що зумовлюють великі динамічні навантаження на привод, підшипники та інші елементи. Отже, для вібраційного конвеєра коефіцієнт режиму роботи повинен знаходитись у теоретичних межах $1 < \Gamma \leq 3,3$.

Інерційні та вібраційні конвеєри Існує два основних типи інерційних конвеєрів, що гойдаються: з постійним (система Маркуса) і змінним (система Крейса) тиском вантажу на дно жолоба. Конвеєр Маркуса складається з жолоба, що спирається на стаціонарні ковзанки, та двокривошипного приводу. Жолоб здійснює прямолінійний зворотно-поступальний рух у горизонтальній площині: у період прямого ходу швидкість жолоба плавно зростає, потім різко знижується до нуля, а потім змінює напрямок; у період зворотного ходу швидкість ринви різко зростає, потім плавно знижується. Під час прямого ходу ринви вантаж рухається разом із ним без ковзання, накопичуючи кінетичну енергію; при різкій зміні швидкості вантаж продовжує переміщатися вперед по інерції з уповільненням, ковзаючи вперед і при зворотному ході жолоба (жолоб вислизає з-під вантажу). При зворотному ході ковзання вантажу припиняється, і він разом із жолобом рухається вперед. Режим роботи конвеєра вибирають таким, щоб зворотний хід вантажу був мінімальним. Сила тиску вантажу на дно жолоба у кожний цикл коливань буде однаковою та рівною силі тяжкості вантажу; сила тертя вантажу дном ринви буде теж постійною. Основними параметрами конвеєрів Маркуса є: амплітуда коливань ринви 50-150 мм; частота коливань 40-85 хв-1; ширина ринви 200-1200 мм; довжина до 50 м; швидкість руху вантажу до 0,2 м/с. Конвеєр Крейса має жолоб, який спирається на жорстко прикріплені пружні стійки-ресори, встановлені під кутом 20-30 ° до вертикалі. Коливальний рух жолоб отримує від кривошипного приводу, який повідомляє жолобу зворотно-поступальний рух однакового характеру як для прямого, так і для зворотного ходів у напрямку, перпендикулярному опорним стійкам. Під час руху вперед жолоб трохи піднімається вгору, а під час руху вниз – опускається. Для руху частки вантажу вперед при прямому ході жолоба необхідно, щоб сила тертя вантажу на дно жолоба була більшою, ніж горизонтальна складова сили інерції вантажу. При зворотному ході, коли ринва рухається назад, опускаючись, вертикальна складова сили інерції вантажу спрямована вгору, а сила тяжіння – вниз. Сила тиску вантажу на дно жолоба та сила тертя вантажу зменшуються. Для руху вантажу вперед при русі ринви назад необхідно, щоб горизонтальна складова сили інерції була більша за силу тертя. Таким чином, сили тиску вантажу на дно жолоба при прямому та зворотному ходах виходять різними за значенням – це забезпечує безперервне переміщення вантажу по жолобу. Для конвеєрів Крейса зі змінним тиском вантажу на жолоб приймають $\Gamma < 1$, при цьому вантаж ніколи не відривається від жолоба і ковзає зі змінною швидкістю, і прискорення жолоба

$$j_{\text{ж}} = n^2 a / 90 > f g / (\cos\beta - \sin\beta),$$

де n - Частота обертання валу кривошипа, хв-1;

a – амплітуда коливання;

f – коефіцієнт тертя вантажу на дно жолоба;

β – кут нахилу опорних стояків до вертикалі.

Основними параметрами конвеєрів Крейса є: амплітуда коливань 10-20 мм; частота коливань 300-400 хв-1; ширина ринви 200-1000 мм; швидкість руху вантажу на горизонтальному конвеєрі 0,15-0,2 м/с; кут нахилу 10-15 °. Вібраційні конвеєри мають багато різних конструктивних виконань та класифікуються за різними ознаками: у напрямку переміщення вантажу: горизонтальні; пологонахильні; вертикальні; за кількістю одночасно вагаються мас: одномасні; двомасні; багатомасні; за характером динамічної врівноваженості: урівноважені; неуврівноважені; за кількістю вантаж несучих елементів: одноелементні (з одинарним або здвоєним вантажонесучим елементом); двоелементні; за способом кріплення вантажонесучого елемента: підвісна вільнокоблєбна конструкція; опорна конструкція з похилими напрямними пружними елементами; за призначенням: віброконвеєри; живильники та дозатори; гуркити; за характеристикою та налаштування пружних опорних елементів: з резонансним налаштуванням; з дорезонансним налаштуванням; із зарезонансним налаштуванням. При резонансному налаштуванні частота сили вібробудника ω , що обурюється, і основна частота власних коливань пружної системи конвеєра ω_0 однакові або близькі (для стійкої роботи конвеєра $0,85 < \omega / \omega_0 < 1,1$). При дорезонансному налаштуванні ω значно менше ω_0 ; при зарезонансному налаштуванні $\omega \gg \omega_0$. Резонансна настройка пружної системи має найбільше поширення, забезпечує високу продуктивність при малому витраті енергії при роботі конвеєра, але вимагає великих пускових зусиль. Зарезонансна настройка забезпечує тривалу стійку роботу машини за різних змін навантаження; при зарезонансному налаштуванні пускові зусилля знижуються, але збільшується витрата енергії при роботі конвеєра. Зарезонансне налаштування використовується для підвісних та опорних конвеєрів легкого типу. Дорезонансне налаштування має мале застосування. Вантажонесучий елемент вібраційного конвеєра здійснює прямолінійні

Горизонтальні та пологонахильні вібраційні конвеєри Підвісні віброконвеєри. Жолоб (або труба) вібраційного конвеєра підвісної конструкції (рис. 6.8) вільно підвішений на амортизаторах до опорних стійк. Жолоб отримує спрямовані коливання від відцентрового приводу, що має нижнє або верхнє розташування. Для забезпечення переміщення вантажу в заданому напрямку, привід встановлюють під кутом $\beta = 20-30^\circ$ до поздовжньої осі конвеєра. Лінія дії обурювальної сили, що викликає коливання системи, повинна проходити через центр інерції (ваги) системи для виключення додаткових крутильних коливань, що несприятливо діють на процес переміщення вантажу. Висока жорсткість вузла кріплення приводу до жолоба забезпечує стабільність поширення коливань та запобігає можливому

руйнуванню труби. Збільшення габаритів вантажного елемента підвищує його масу і зменшує амплітуду коливань, тому довжина вібраційних конвеєрів підвісної конструкції не більше 6-8 м.

Перевагами вібраційних конвеєрів підвісної конструкції є простота; мала маса; можливість проміжного завантаження та розвантаження; малі динамічні навантаження на опори. До недоліків відносяться мала довжина переміщення та амплітуда коливань; зниження амплітуди зі збільшенням завантаження. Основні параметри конвеєрів підвісної конструкції: діаметр труби: 160, 200, 320, 400 мм; продуктивність 6-50 м³/год.

Опорні віброконвеєри. Вібраційний конвеєр опорної конструкції складається з вантажного елемента, встановленого на опорних пружних елементах під кутом β до вертикальної осі опорної рами, розташованої безпосередньо на фундаменті або встановленої на пружних амортизаторах. Обурювальна сила приводу повинна бути спрямована під кутом напрямку коливань β , її лінія впливу повинна проходити через центр інерції коливальної системи. Основним недоліком таких конвеєрів є їхня неврівноваженість та передача вібронавантажень на опорні конструкції, і тому необхідність встановлення фундаментів. Для зменшення навантажень використовують важку раму, встановлену на амортизатори (що значно ускладнює конвеєр). Опорні конвеєри з відцентровими приводами мають зарезонансну, а з електромагнітним та ексцентриковим приводом резонансне налаштування пружної системи. Основними параметрами вібраційних конвеєрів опорної конструкції є: амплітуда коливань ринви 6 мм; частота 680 хв⁻¹; кут напрямку коливань 22 °; температура вантажу, що транспортується, не більше 100 °С. Двотрубний вібраційний конвеєр являє собою врівноважену двомасну коливальну систему з нижньою і верхньою вантажонесучими трубами, які рухаються зворотно-поступально, паралельно один одному зі зрушенням фаз на 180°, тобто при тому ж величину – цим забезпечується врівноваження рухомих мас. Транспортований вантаж переміщається по верхній та нижній трубах в одному напрямку.

Двотрубний вібраційний конвеєр

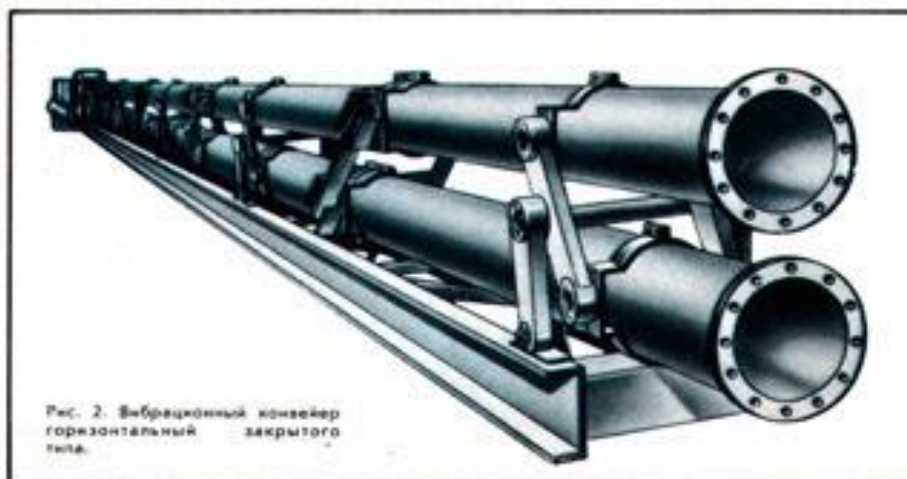


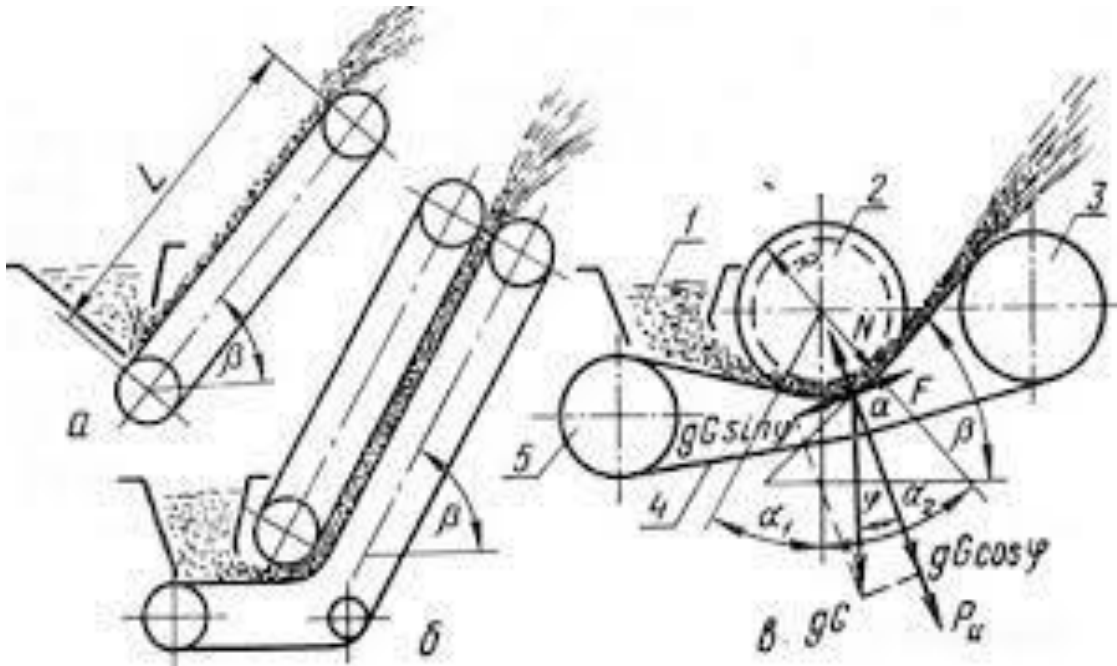
Рис. 2. Вібраційний конвеєр горизонтальний закритого типу.

Основними параметрами двотрубних вібраційних конвеєрів є: діаметр труби: 104, 154, 220, 310, 390, 470 мм; довжина 10-30 м; продуктивність 15-150 м³/год. Перевагами двотрубних вібраційних конвеєрів є: врівноваженість мас, що коливаються; подвоєна продуктивність; сталість амплітуди коливань; Мінімальна витрата енергії через резонансне налаштування пружної системи. До недоліків відносяться: складність конструкції та вузлів проміжного завантаження та розвантаження; великі габаритні розміри.

Вертикальні вібраційні конвеєри Вертикальний вібраційний конвеєр-елеватор має жорсткий каркас, із зовнішнього боку якого прикріплений відкритий жолоб (труба), яким знизу вгору переміщається вантаж .

Вгорі або внизу каркаса встановлюється привід-віброзбудник, що повідомляє каркасу спрямовані поздовжні та крутильні коливання, забезпечуючи рух вантажу вгору по спіралі. Каркас прикріплюють амортизаторами до опорних частин будівлі чи фундаменту. Вертикальні складові P_z відцентрових сил P викликають коливання конвеєра вздовж його вертикальної осі, горизонтальні складові P_x відцентрових сил, спрямовані в різні боки, утворюють момент, що викликає крутильні коливання конвеєра. Поєднання цих коливань при певній частоті та амплітуді забезпечує транспортування вантажу вгору по спіралі. Вертикальні віброконвеєри мають частоту коливань 1000-3000 хв-1; сумарні амплітуди коливань $a = 05-8$ мм. До основних параметрів віброконвеєрів відносяться: діаметр ринви (труби) $D_k = 300-900$ мм; ширина ринви 100-400 мм; продуктивність до 20 м³/год; висота підйому 6-12 м. Продуктивність конвеєра $Q = 3600 F_0 \nu \psi$, (6.18) де F_0 - переріз труби (жолоба), м²; Ψ – коефіцієнт наповнення ринви. Швидкість транспортування , де K_1 та K_2 – емпіричні коефіцієнти, що залежать від властивостей вантажу; α – кут нахилу конвеєра (кут підйому спіралі); a – амплітуда коливань; Γ – коефіцієнт режиму роботи віброконвеєра. Зовнішній діаметр каркасу конвеєра $D_k \geq H/10$, (6.20) де H - висота підйому, м.

Мітальні машини



Відцентрова сила mV_{α}^2/r

де V_{α} змінна швидкість частки (на початку $V_{\alpha} = V_0$, $= V_c$)

r - радіус барабана

$$V_{\alpha} = V_0 e^{f\alpha}$$

середня швидкість частки вантажу

$$V_{cp} = V_0^{\kappa f \alpha}$$

де $\kappa = 0,8$ дослідний коефіцієнт

α – повний кут повороту

f – коефіцієнт тертя вантажу про стрічку

Товщина шару вантажу на стрічці

$$\delta = (0,1 \dots 0,15) r$$

Продуктивність

$$Q = 3600 B_0 \rho V_{cp}$$

Потужність приводу

$$P = k_3 Q V_0 V_{\text{л}}$$