Тема роботи:
«Аналіз конструкції елеватору ЕК-80»

Виконав: студент групи ГМБ-22-1 _____ В.В.Нетяженко

Керівник випускної роботи: канд.техн.наук, проф. _____ Ю.Г.Горбачов

ВСТУП

Сучасний розвиток гірничодобувної промисловості нерозривно пов’язаний із підвищенням рівня механізації та автоматизації основних і допоміжних виробничих процесів. Одним із найважливіших напрямів удосконалення гірничого виробництва є розвиток ефективних транспортних систем, які забезпечують безперервне переміщення корисної копалини від місця її видобутку до пунктів переробки або подальшого транспортування. У структурі витрат на видобування корисних копалин значну частку займають саме операції транспортування, навантаження та перевантаження матеріалу, що зумовлює необхідність удосконалення транспортного обладнання та підвищення його продуктивності.

На підприємствах гірничодобувної, металургійної, хімічної та інших галузей промисловості для транспортування насипних матеріалів широко застосовуються конвеєри різних типів. Вони забезпечують безперервність технологічного процесу, значно зменшують трудомісткість робіт і підвищують ефективність використання виробничих потужностей. Перспективи використання конвеєрного транспорту на гірничих підприємствах є надзвичайно значними, оскільки конвеєри можуть застосовуватися не тільки для переміщення сипких матеріалів, але й для транспортування крупнокускових і скельних гірських порід.

Подальший розвиток гірничодобувної промисловості передбачає технічне переоснащення підприємств на основі впровадження високопродуктивних машин і обладнання, а також сучасних технологій ведення гірничих робіт. Застосування комплексів машин дозволяє забезпечити повну або часткову механізацію технологічних процесів, що значно підвищує продуктивність праці, знижує експлуатаційні витрати та покращує умови праці персоналу.

Особливо важливе значення в системі підземного видобутку корисних копалин має процес транспортування гірничої маси від забою до поверхні. Він включає цілий комплекс операцій: випуск руди або гірської маси, її навантаження, переміщення в межах очисного або підготовчого вибою,

транспортування по підземних виробках та подальшу подачу до підйомних установок або на поверхневі транспортні системи. За статистичними даними, витрати на транспортування і доставку корисної копалини можуть становити до 50 % загальних витрат на її видобуток. Тому вдосконалення транспортних машин і механізмів є одним із ключових напрямів підвищення ефективності роботи гірничих підприємств.

Серед різноманітних видів транспортного обладнання особливе місце займають ковшові елеватори, які призначені для вертикального або крутонахиленого переміщення сипких матеріалів. Елеватори широко застосовуються на підприємствах гірничої промисловості, збагачувальних фабриках, металургійних комбінатах, а також у будівельній та хімічній галузях. Вони забезпечують компактність транспортної системи, можливість підйому матеріалу на значну висоту та стабільну роботу в безперервному режимі.

Одним із представників такого обладнання є елеватор типу ЕК-80, який використовується для вертикального транспортування сипких матеріалів у складі технологічних ліній гірничих та переробних підприємств. Конструкція елеватора включає ряд основних вузлів і механізмів, зокрема тяговий орган, ковші, приводний та натяжний пристрої, корпус, завантажувальні та розвантажувальні пристрої. Надійність роботи елеватора значною мірою залежить від правильності вибору конструктивних параметрів, умов експлуатації та технічного обслуговування.

Аналіз конструкції елеваторів, зокрема елеватора ЕК-80, дозволяє визначити особливості його будови, принцип роботи та технічні характеристики, а також оцінити ефективність застосування в умовах гірничого виробництва. Проведення такого аналізу є важливим етапом при вдосконаленні існуючих транспортних систем і підвищенні їх надійності та продуктивності.

Метою даної роботи є аналіз конструкції елеватора ЕК-80, визначення особливостей його будови, принципу роботи та основних технічних характеристик, а також оцінка ефективності застосування даного обладнання у транспортних системах гірничих підприємств.

Об’єктом дослідження є ковшовий елеватор ЕК-80, що використовується для вертикального транспортування сипких матеріалів на гірничих та переробних підприємствах.

Предметом дослідження є конструктивні особливості, принцип роботи та технічні параметри елеватора ЕК-80, а також їх вплив на ефективність транспортування сипких матеріалів.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЕЛЕВАТОРИ

1.1. Загальні відомості про елеватори

Елеватор (від лат. elevator — «піднімаю», elevo — «піднімаю») — це машина безперервної дії, призначена для переміщення вантажів у вертикальному або похилому напрямку. Ковшові елеватори, відомі також як норії, являють собою пристрої для підйому сипких матеріалів за допомогою ковшів, закріплених на рухомій стрічці або ланцюгу.

З їх допомогою можна піднімати вантажі на висоту до 40 метрів при продуктивності до 200 тонн на годину. Залежно від умов експлуатації та функціонального призначення, елеватори можуть бути стаціонарними або пересувними, а також інтегрованими в інші машини та установки. Вони широко застосовуються як для внутрішньоцехового, так і для міжцехового транспортування вантажів. Монтаж можливий як у приміщеннях, так і під навісами на відкритому повітрі, якщо матеріал вантажу не піддається злежуванню, а зовнішні умови (температура та вологість) дозволяють застосовувати стандартний привід.

Основою конструкції норії є вертикально замкнений тяговий елемент, до якого надійно прикріплені ковші. В якості тягового елемента використовуються круглоланковий ланцюг або пластинчаста стрічка. У верхній частині елеватора розташований приводний барабан, а в нижній — натяжний. Привід елеватора оснащується храповим механізмом для запобігання зворотного ходу ковшів при зупинці під навантаженням. У машинах з потужністю приводу до 5,5 кВт застосовується електродвигун з гальмом, а на натяжному барабані встановлюється датчик контролю обертання.

До основних переваг елеваторів належать компактні габарити, здатність подавати вантажі на великі висоти (до 45–60 м і більше) та широкий діапазон продуктивності — від 1 до 20 м³/год. Серед недоліків відзначають ударний вплив на матеріал, складність конструкції та чутливість до перевантажень.

1.2. Класифікація елеваторів

Елеватори поділяються на різні типи залежно від конструктивних особливостей та принципу роботи (рис. 1.1). За видом тягового органу вони бувають стрічковими та ланцюговими. Залежно від умов використання розрізняють стаціонарні, пересувні та вбудовані елеватори, які входять до складу інших машин і механізмів. За конструкцією вантажонесучого органу виділяють ковшові, поличні та колискові елеватори.

Також елеватори класифікують за швидкістю роботи та способом завантаження і розвантаження на тихохідні та швидкохідні. За принципом розвантаження матеріалу існують елеватори з гравітаційним і відцентровим вивантаженням. У першому випадку матеріал висипається під дією власної ваги, що характерно переважно для тихохідних ланцюгових конструкцій. У другому випадку вивантаження відбувається завдяки дії відцентрової сили, яка виникає при русі ковшів, що характерно для швидкохідних стрічкових елеваторів.

На рис. 1.1, д наведено конструкцію елеватора, у якому ковші закріплені на гнучкій тканинній стрічці. На рис. 1.1, е представлено варіант із ковшами без днища, які забезпечують безперервне транспортування матеріалу.

Поличні елеватори оснащуються вертикально розташованими пластинчастими ланцюгами з втулками, що огинають верхні приводні та нижні натяжні зірочки. До ланцюгів жорстко приєднані спеціальні полиці-захвати, розміри яких підбираються відповідно до параметрів вантажу. Подавання вантажу здійснюється вручну або автоматизовано за допомогою гребінчастого стола, а його розвантаження відбувається у верхній точці траси при перекиданні полиць. Робоча швидкість таких елеваторів зазвичай становить 0,2–0,3 м/с.

Колискові елеватори відрізняються тим, що їх робочий орган виконаний у вигляді люльок, закріплених шарнірно. Завдяки такій конструкції днище люльки зберігає горизонтальне положення під час руху по всій трасі. Завантаження матеріалу здійснюється на висхідній гілці, а розвантаження — на низхідній. Швидкість переміщення тягового полотна також знаходиться в межах 0,2–0,3 м/с.

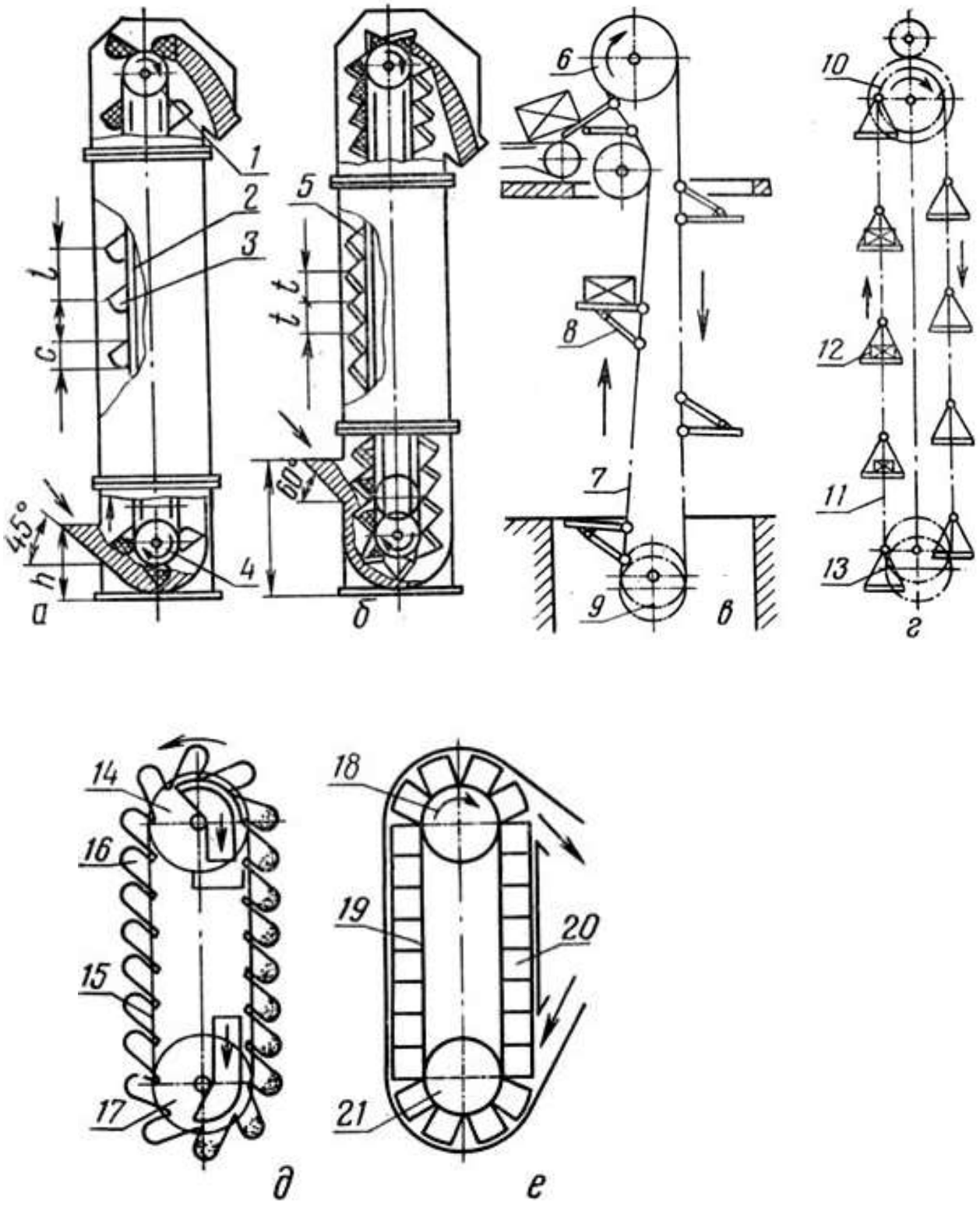


Рис. 1.1 – Основні типи елеваторів: а – з відцентровим розвантаженням; б – з гравітаційним розвантаженням; в – поличний; г – колисковий; д – з карманами; е – з ковшами без дна. 1, 6, 10, 14, 18 – приводні зірочки; 2, 7, 11, 15, 19 – тягові органи; 3, 5 – ковші; 4, 9, 13, 17, 21 – натяжні зірочки; 8 – полка; 12 – люлька; 16 – карман; 20 – ковш без дна.

1.3. Ковшові елеватора

Ковшові елеватори використовуються для вертикального або похилого транспортування сипких матеріалів при кутах нахилу понад 60°. Вони забезпечують переміщення пилоподібних, зернистих і кускових вантажів та широко застосовуються у металургійній, хімічній, харчовій і машинобудівній галузях, а також на зернових елеваторах і збагачувальних підприємствах.

Конструкція ковшового елеватора (рис. 1.2) складається із замкненого тягового полотна, що переміщується навколо приводного та натяжного барабанів або зірочок. До тягового органу жорстко кріпляться ковші, які здійснюють захоплення та транспортування матеріалу. Несучою частиною установки є металевий зварний кожух, обладнаний завантажувальними та розвантажувальними патрубками. Привід елеватора включає електродвигун, редуктор, муфти та пристрій зупинки, що запобігає зворотному руху полотна. Для підтримання необхідного натягу застосовують гвинтові або вантажні натяжні механізми.

Швидкість руху тягового органу у тихохідних елеваторах зазвичай не перевищує 1 м/с, тоді як у швидкохідних конструкціях вона може досягати 4 м/с. Продуктивність таких машин знаходиться в межах від 5 до 500 м³/год, а максимальна висота транспортування матеріалу може становити близько 60 м.

У конструктивному виконанні ковшовий елеватор має гнучкий замкнений тяговий орган у вигляді ланцюга або прогумованої стрічки, що огинає верхні приводні та нижні натяжні барабани. Ковші закріплюються до стрічки або ланцюга за допомогою болтів. Натяг тягового елемента регулюється спеціальним натяжним пристроєм. Завантаження ковшів здійснюється в нижній частині елеватора, а вивантаження — у верхній головці.

Основними геометричними параметрами ковшів є їх ширина, висота, виліт, корисний об’єм та відстань між сусідніми ковшами. У швидкохідних елеваторах застосовують глибокі або мілкі ковші, розташовані з кроком, що становить приблизно 2,5–3 висоти ковша. Як тяговий орган використовують гумотканинні стрічки або коротколанкові ланцюги. Для тихохідних машин характерне

використання закритих ковшів зі скошеним або гострокутним днищем, закріплених між двома ланцюгами.

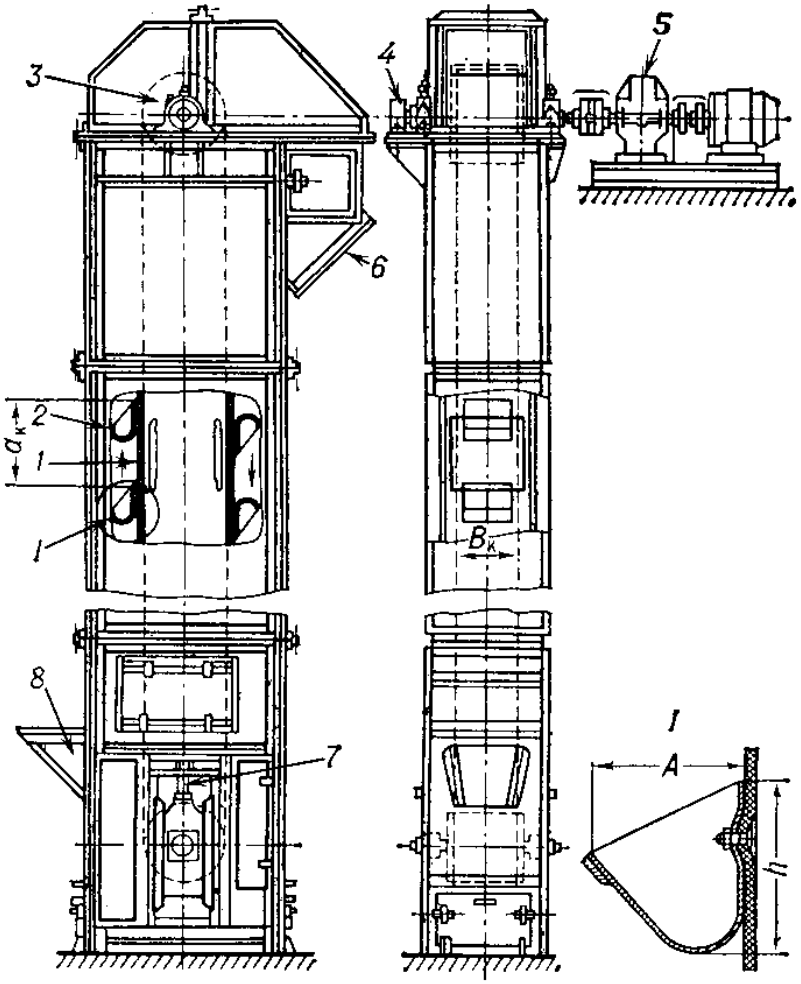


Рис. 1.2 – Вертикальний стрічковий ковшовий елеватор: 1 – тяговий орган; 2 – ківш; 3 – приводний барабан; 4 – зупинний механізм; 5 – привід; 6 – розвантажувальний патрубок; 7 – шпиндель натягача; 8 – завантажувальний патрубок.

Заповнення ковшів може здійснюватися двома основними способами: шляхом зачерпування матеріалу із нижньої частини кожуха або методом безпосереднього засипання вантажу в ковші. У багатьох випадках використовують комбінований варіант із переважанням одного зі способів. Зачерпування є ефективним для сухих сипких матеріалів, таких як зерно, цемент, пісок, торф, пилоподібні речовини або подрібнене вугілля.

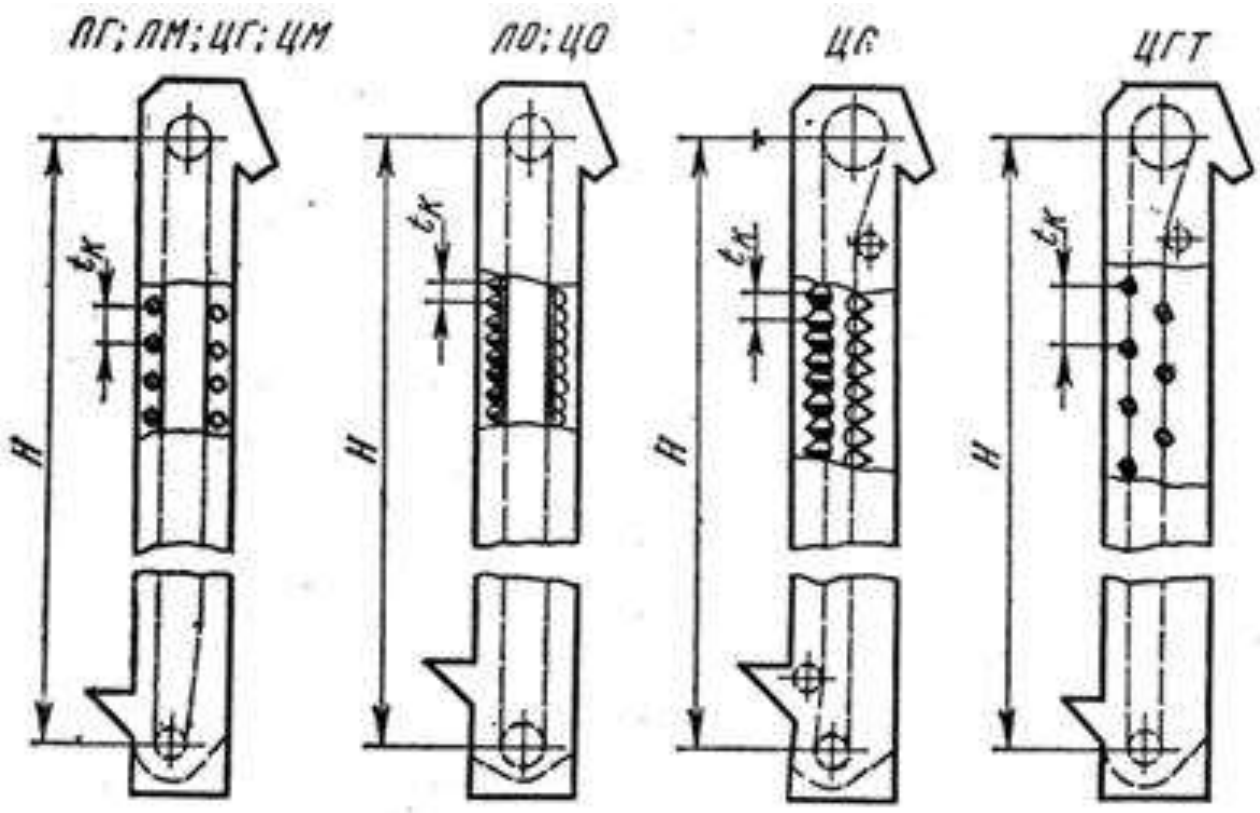


Рис. 1.3 – Типи ковшових елеваторів.

Для транспортування крупнокускових чи абразивних матеріалів, наприклад руди, гравію або великокускового вугілля, зачерпування з дна кожуха є малоефективним через значні сили опору. У таких випадках застосовують пряме засипання матеріалу в ковші. Цей спосіб потребує безперервного розташування ковшів і невеликої швидкості їх руху, зазвичай до 4 м/с.

Розвантаження ковшів може здійснюватися трьома способами: відцентровим, вільним самопливним та спрямованим самопливним. Відцентровий спосіб характерний для швидкохідних елеваторів із розставленими ковшами. При проходженні через верхній барабан матеріал викидається під дією відцентрової сили безпосередньо в розвантажувальний патрубок.

Вільне самопливне розвантаження використовується для вологих, липких або волокнистих матеріалів. У цьому випадку ковші додатково відхиляються, що дозволяє вантажу висипатися під дією власної ваги. Для реалізації такого способу застосовують напрямні шини або роликові системи.

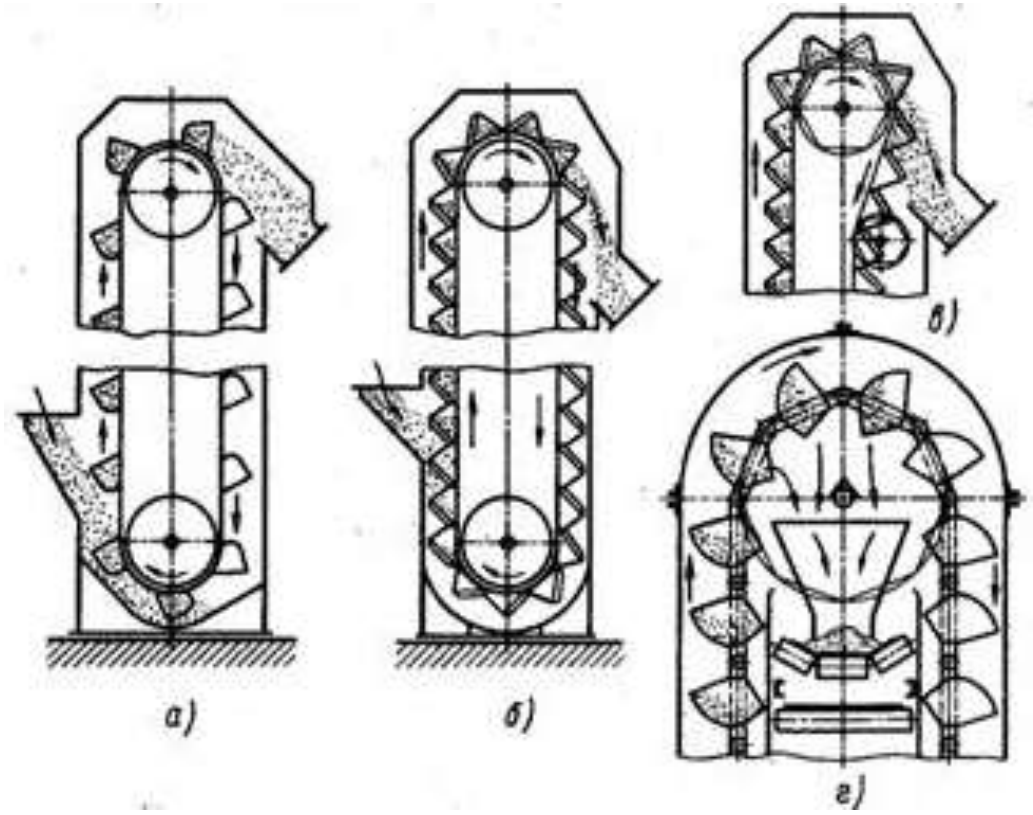


Рис. 1.4 – Схеми завантаження та розвантаження ковшів елеватора: а – зачерпування з відцентровим розвантаженням; б – засипання у ковші із спрямованим самопливним розвантаженням; в – вільне самопливне розвантаження; г – центральне розвантаження.

Спрямоване самопливне розвантаження застосовується у тихохідних елеваторах із щільним розташуванням ковшів. Під час огинання верхнього барабана матеріал під дією сили тяжіння переходить із одного ковша до іншого та направляється у розвантажувальний патрубок. Цей спосіб є найбільш придатним для транспортування важких, кускових, абразивних і крихких вантажів, таких як руда, шлак, кокс, торф або деревне вугілля, оскільки забезпечує дбайливе переміщення матеріалу без його руйнування.

2. ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ЕЛЕВАТОРУ ЕК-80

2.1 Призначення та область застосування

Ковшові елеватори відносяться до транспортних машин безперервного типу, призначених для переміщення сипких матеріалів у вертикальному або крутонахиленому положенні. Основна їх функція полягає у забезпеченні постійного підйому насипних вантажів з нижчих рівнів технологічних ліній на верхні з подальшою передачею матеріалу на інші транспортні або технологічні пристрої. Використання таких елеваторів дозволяє значно зменшити довжину транспортних комунікацій, ефективніше використовувати виробничі площі та підтримувати безперервність технологічного процесу.

Елеватор ЕК-80 є стаціонарним вертикальним ковшовим елеватором, у якому використовується ланцюговий тяговий орган. Його робота забезпечується ковшами, закріпленими на замкненому ланцюзі, що проходить між приводною та натяжною зірочками. Ковші захоплюють вантаж у нижній частині елеватора, піднімають його вгору та розвантажують у верхній частині під дією гравітації або відцентрових сил. Така конструкція гарантує стабільний підйом матеріалу на значні висоти та надійне транспортування.

Елеватор ЕК-80 призначений для підйому різних сипких матеріалів, включаючи пилоподібні, зернисті та дрібнокускові вантажі, зокрема руди, концентрати, вугілля, шихтові матеріали та інші промислові сипкі продукти. Ланцюговий тяговий орган забезпечує високу міцність і надійність роботи, що особливо важливо при переміщенні абразивних або щільних матеріалів.

Завдяки своїй конструкції та експлуатаційним характеристикам елеватори типу ЕК-80 активно застосовуються в багатьох галузях промисловості. У гірничодобувній та збагачувальній промисловості вони піднімають руду, концентрати та відходи переробки, інтегруючись у технологічні схеми переробки корисних копалин. На металургійних підприємствах їх використовують для

транспортування шихтових матеріалів, коксу та агломерату до плавильних агрегатів.

У машинобудуванні ковшові елеватори входять до складу ліній подачі сипких матеріалів до різних виробничих установок. У хімічній промисловості вони застосовуються для транспортування порошкоподібної та гранульованої сировини у складі технологічних процесів. Також вони знайшли широке застосування у харчовій промисловості, де піднімають зерно, комбікорми, борошно, цукор та інші сипкі продукти.

Таким чином, елеватор ЕК-80 є ефективним засобом вертикального транспортування насипних матеріалів, що забезпечує безперервність технологічного процесу, високу продуктивність і надійність роботи. Його використання у складі виробничих комплексів різних галузей промисловості сприяє підвищенню ефективності транспортних операцій і загальної продуктивності підприємств.

2.2 Технічна характеристика

Технічна характеристика елеватору ЕК-80 наведені у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Технічна характеристика елеватору ЕК-80

Параметр	**Значення**
Висота підйому, H, м	30
Кут нахилу, α, град	90
Продуктивність, Q, $м^3$/час	80
Тип елеватора	тихохідний
Тип ковша	трапецевидний, збільшеного об'єму
Спосіб розвантаження	самопливне вільне
Спосіб заповнення завантаження	засипанням у ковші

Тяговий елемент	ланцюг
Вантаж	рядова крупношматкова залізна руда (160-320мм)
Щільність вантажу, ρ, т/м^3	3,6
Швидкість ланцюга, V, м/с	0,4
Коефіцієнт наповнення ковша, ψ	0,6

2.3 Опис конструкції

Елеватор (рис. 2.1) представляє собою замкнений робочий механізм, який складається з двох ланцюгів, що проходять через приводну та натяжну зірочки, до яких прикріплені ковші. Основними несучими і захисними елементами елеватора є зварний сталевий кожух із завантажувальним і розвантажувальним патрубками. Привід елеватора включає електродвигун, редуктор, муфти та механізм останову, що запобігає зворотному руху полотна. Для регулювання натягу тягового органу використовується гвинтовий натягач.

Ковші, які виконують роль робочих органів, закріплені на ланцюгах за допомогою болтів. Натяг ланцюга підтримується гвинтовим натяжним пристроєм. Ковші приймають матеріал у нижній частині (черевику) та розвантажують його у верхній частині (голівці) елеватора.

Завантаження ковшів здійснюється засипанням матеріалу. У процесі роботи використовуються одночасно обидва способи завантаження, але один із них зазвичай переважає. Для крупнокускових та абразивних вантажів, таких як гравій, руда або кусковий вугілля, зачерпування ковшем з дна кожуха є ускладненим через високі опори, що можуть призвести до відриву ковшів або навіть обриву тягового елемента. У таких випадках матеріал завантажують безпосередньо в ковші методом засипання. Цей спосіб ефективний лише при безперервному, щільному розташуванні ковшів, що запобігає прокидання вантажу між ними, та при обмеженій швидкості руху (не більше 4 м/с), оскільки при високих

швидкостях ковші не заповнюються повністю і частина матеріалу може відкидатися.

Розвантаження ковшів у даному елеваторі здійснюється вільним самопливом. Цей метод передбачає додаткове відхилення ковша, завдяки чому матеріал висипається під дією власної ваги без необхідності додаткових механічних впливів.

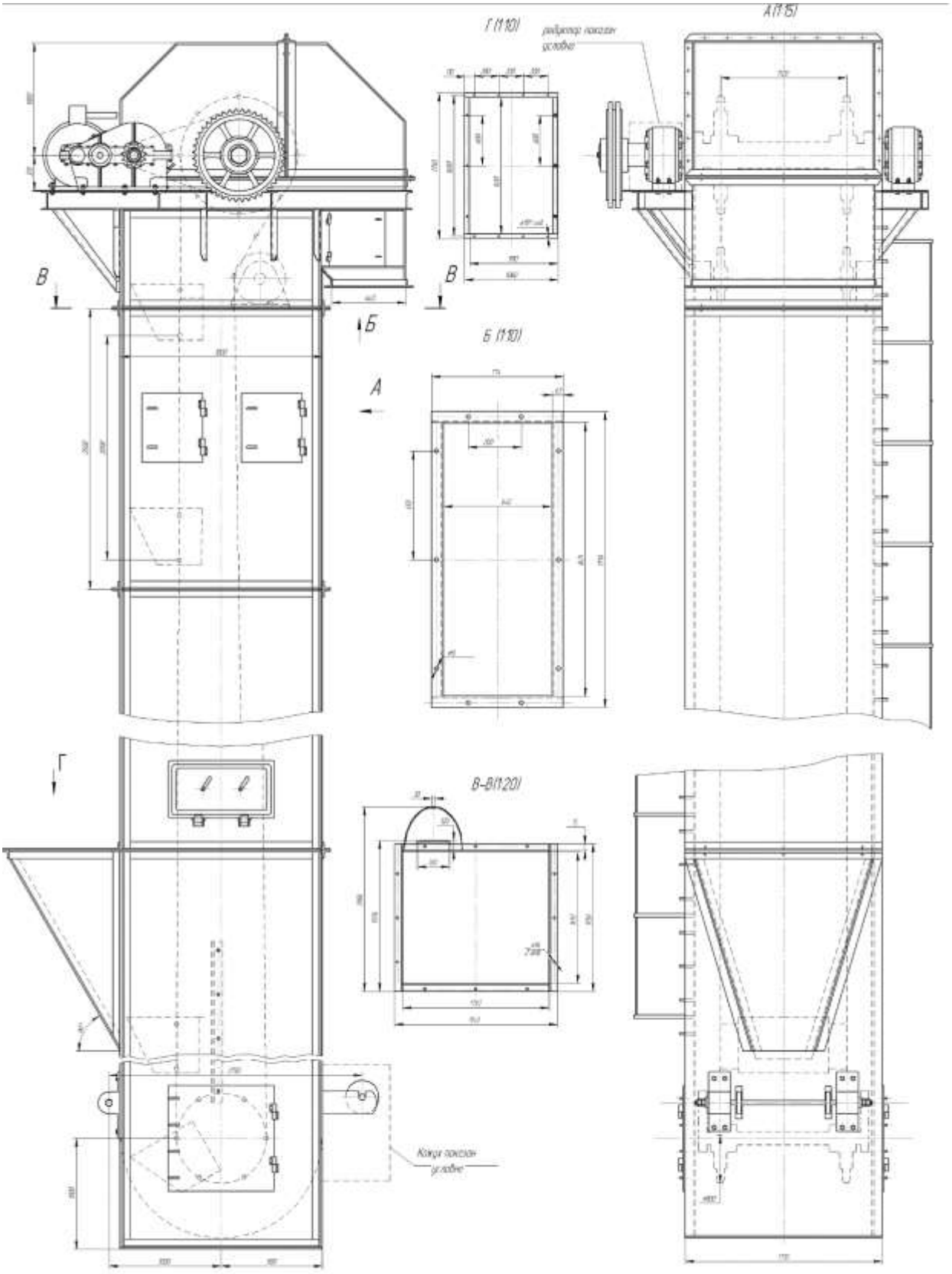


Рис 2.1 – Елеватор ковшовий ЕК-80

Цей метод розвантаження використовують для вологих, погано сипучих, пластівцевих і мокрих матеріалів, таких як вугільний пил, крейда, різні хімічні порошки, мокра зола, тирса тощо.

У вертикальних ковшових елеваторах вільне самопливне розвантаження забезпечується через відхилення зворотної гілки на додаткових напрямних зірочках, рідко – на роликових батареях, або по направляючих шинах. Такі елементи застосовуються у двохланцюгових елеваторах, де ланцюги кріпляться збоку до розставлених або зімкнутих ковшів.

Вільне самопливне розвантаження реалізується також у спеціальних двохланцюгових елеваторах із центральним внутрішнім викидом матеріалу. При цьому швидкість руху ковшів зазвичай знижена і становить 0,6–0,8 м/с.

Основні параметри ковшових елеваторів включають ширину ВК, висоту h, виліт А, корисну місткість ковша до передньої стінки та відстань між ковшами (крок) аК. У тихохідних елеваторах застосовуються щільно розташовані ковші (ak = h) із бортовими направляючими, з гострокутним або округленим дном, закріплені бічними стінками до двох тягових ланцюгів.

Щодо самих ковшів, їх основними характеристиками є геометричні розміри – ширина В, виліт L, висота Н та об’єм. Вибір конструкції ковша визначається властивостями вантажу та особливостями завантаження й розвантаження. Згідно з ГОСТ 2036-77 для вертикальних елеваторів передбачено чотири типи ковшів: глибокі, дрібні з округлим (циліндричним) дном, а також ковші з бортовими направляючими із гострокутним і округленим дном. Крім того, застосовуються трапецієподібні ковші збільшеного обсягу та інші конструкції спеціального призначення.

Глибокі та дрібні ковші використовуються виключно на елеваторах із розставленими ковшами. Виготовляють їх із листової сталі товщиною 1–6 мм методом зварювання або штампування, іноді застосовують відливання з ковкого чавуну. Існують також ковші з пластмасових матеріалів, таких як волокніт або скловолокно, а також гумові конструкції. Щоб збільшити термін служби ковша і запобігти швидкому зношуванню, на передню стінку приварюють або прикріплюють заклепками накладки з твердої сталі.

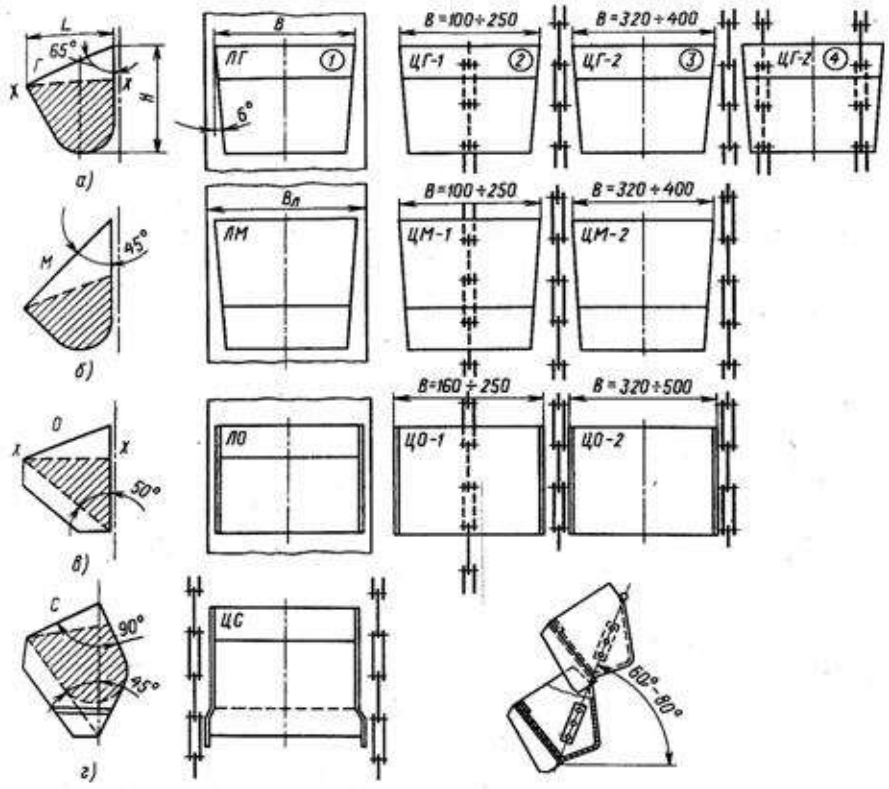


Рис. 2.2 - Схема ковшів вертикальних ковшових елеваторів і їх кріплень до тягового елемента

Тяговим елементом ковшових елеваторів виступає ланцюг. Найбільш поширені варіанти – пластинчасті, втулкові, роликові та каткові ланцюги відповідно до ГОСТ 588-81 із кроком 100–630 мм.

Кріплення ковшів до ланцюгів здійснюється за допомогою куточків або фасонних ланок із використанням болтів чи заклепок. Для ковшів шириною до 250 мм застосовується один тяговий ланцюг, який кріпиться до центральної частини задньої стінки ковша. Ковші шириною 320 мм і більше зазвичай під’єднуються до двох тягових ланцюгів, що фіксуються до задньої або бічних стінок ковша.

Привід. Елеватор обладнаний редукторним приводом, який розташовується у верхній частині конструкції (рис. 2.4, 2.5). Для елеваторів із пластинчастими ланцюгами відповідно до ГОСТ 2036-77 приводні зірочки мають містити 5–20 зубів. Ведучі вали барабана або зірочок обертаються у самовстановлюваних підшипниках кочення, що забезпечує плавність руху.

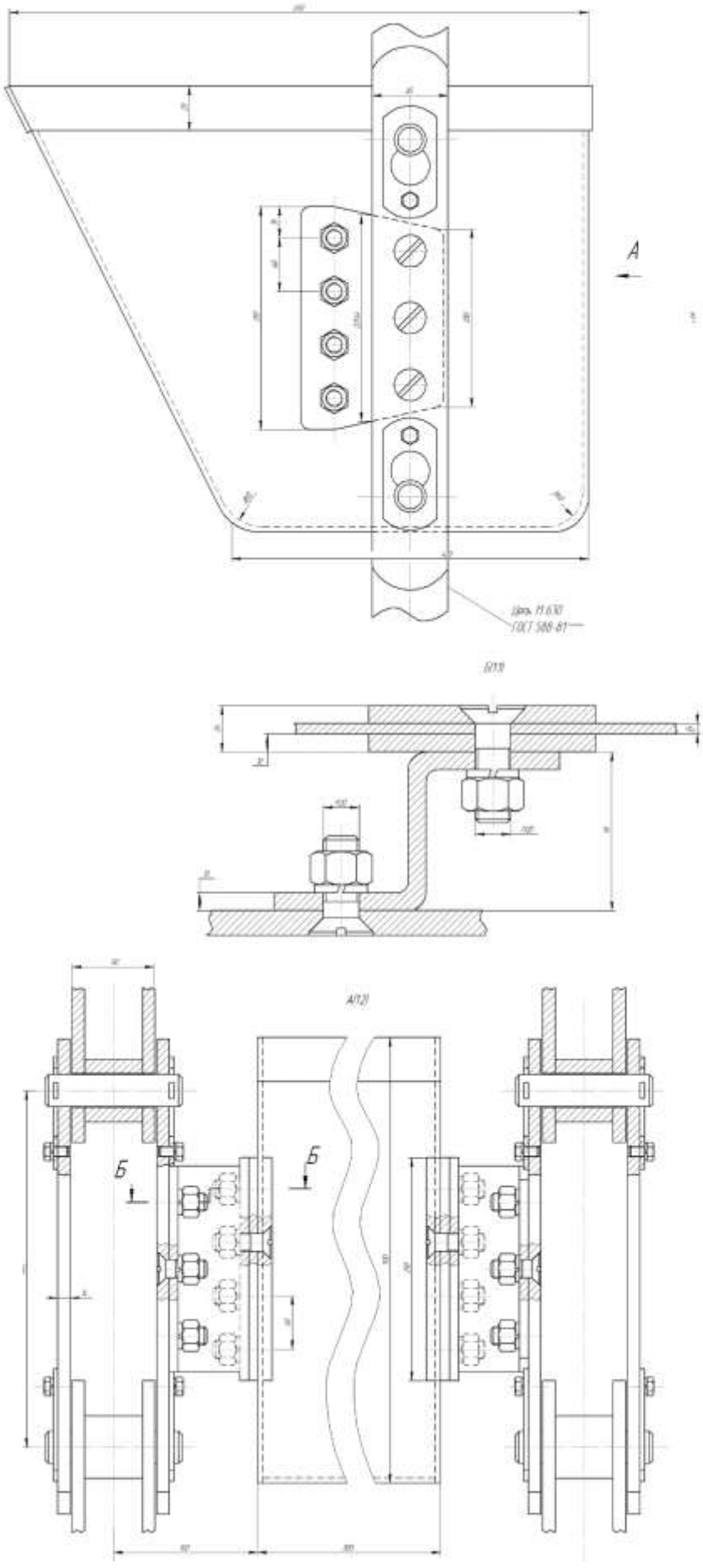


Рис 2.3 – Ковші елеватору ЕК-80

Щоб уникнути самовільного зворотного обертання тягового елемента з ковшами при зупинці елеватора, приводи оснащують стопорними механізмами. Найчастіше застосовують храпові або роликові останови, які можуть встановлюватися на валу приводного барабана або бути розміщеними у пружинній муфті між електродвигуном і вхідним валом редуктора. У сучасних зарубіжних конструкціях між двигуном і редуктором може використовуватися гідромуфта. Для важких типів елеваторів додатково передбачено електромагнітне гальмо. У верхній частині кожуха елеватора передбачені люки з герметичними дверцятами для огляду та проведення ремонтних робіт.

Натяжний пристрій. В якості натягу використовується гвинтовий натяжний механізм (рис. 2.6), який розташовується на валу нижньої зірочки та кріпиться до бічних стінок черевика елеватора. Діапазон ходу натягача становить 200–500 мм. Діаметр натяжної зірочки зазвичай відповідає діаметру приводної.

Кожух. Нижня частина кожуха, так званий «башмак», має високо розташований завантажувальний носок. При транспортуванні вологих і важкосипких матеріалів носок роблять під кутом приблизно 60° до горизонталі. Для зручності обслуговування і ремонту в бокових стінках «башмака» передбачені люки з герметичними дверцятами. Середні секції кожуха виготовляються з листової сталі товщиною 2–4 мм і додатково підсилюються куточками уздовж поздовжніх і торцевих перетинів для підвищення жорсткості. Висота секцій становить 2–2,5 м, з’єднання здійснюється болтами, а для забезпечення герметичності стиків застосовуються прокладки.

Кожух виконує функцію силового каркаса елеватора, сприймаючи як статичні, так і динамічні навантаження. Для правильного напрямку руху ходової частини в середніх секціях встановлюють спеціальні направляючі пристрої.

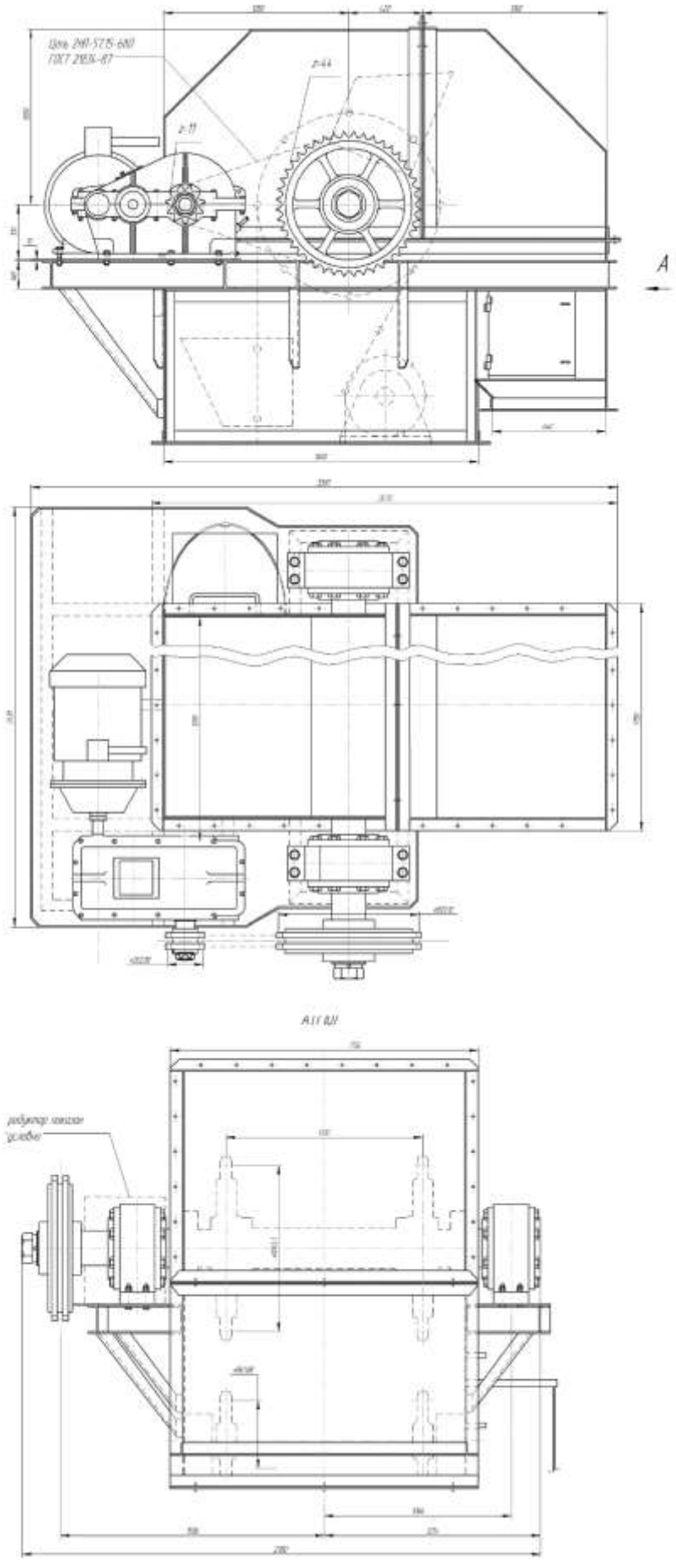


Рис 2.4. – Привод елеватора

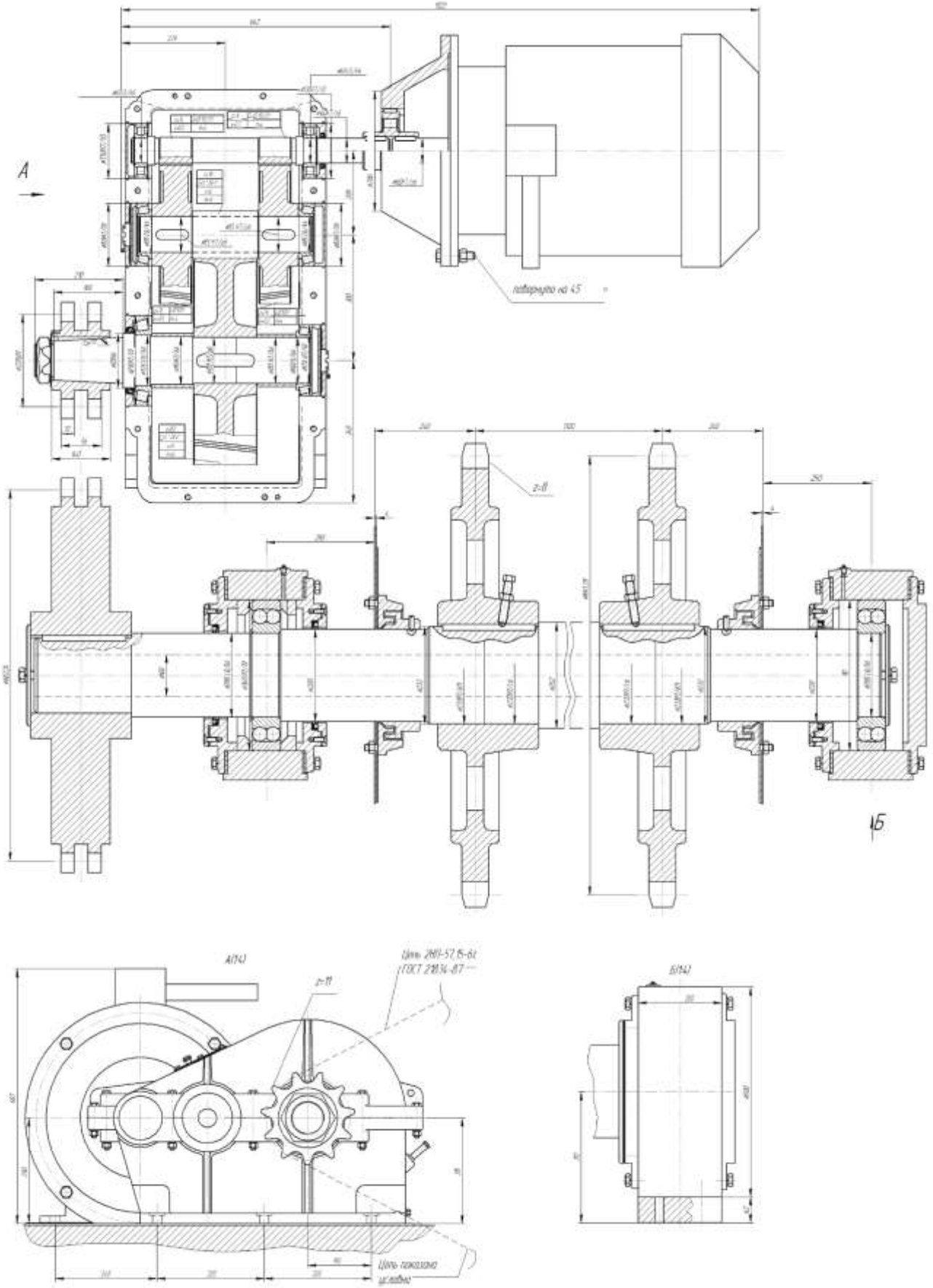


Рис 2.5 – Приводна станція

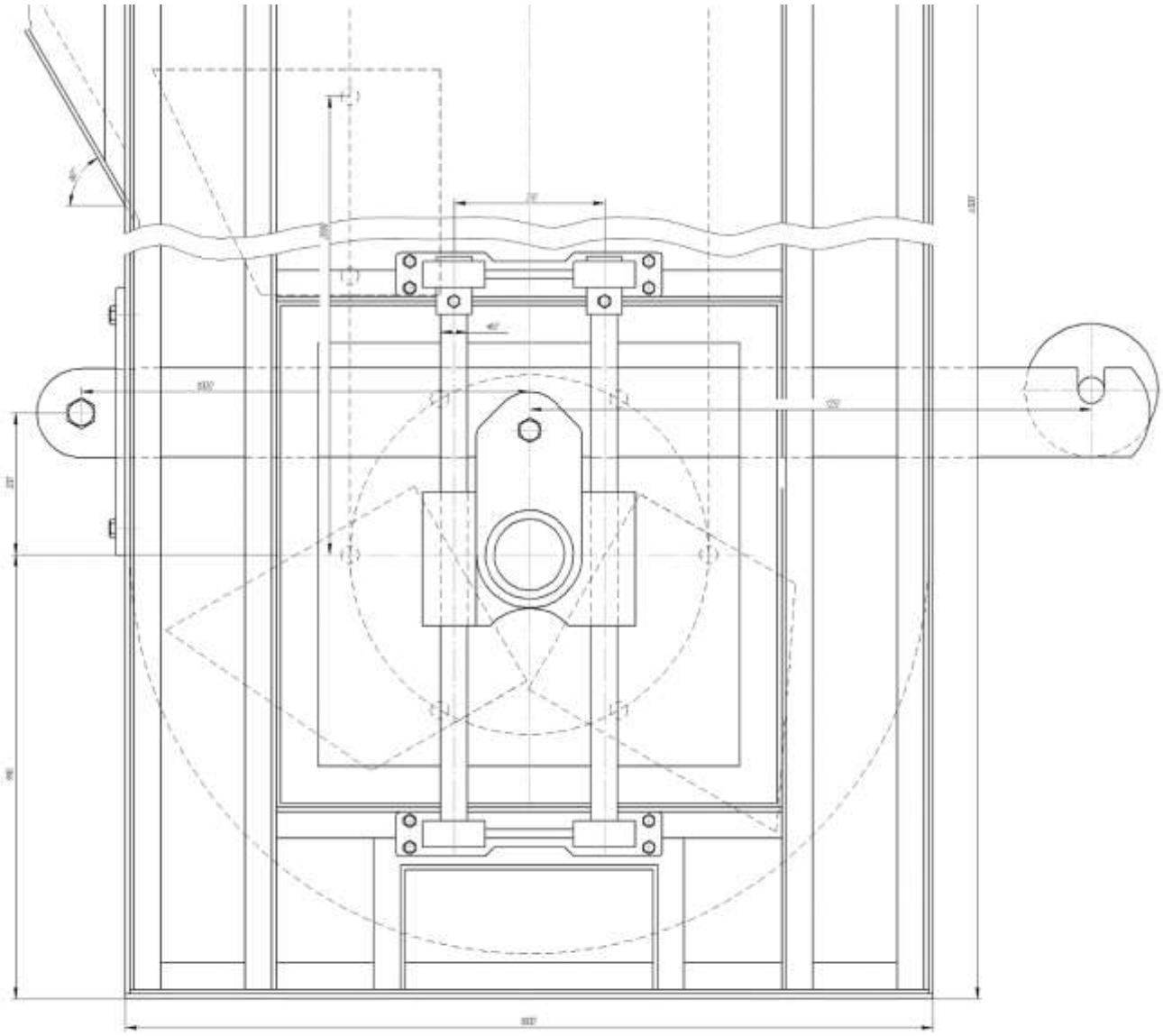


Рис 2.6 – Гвинтовий натягач

Черевик елеватора. Нижня частина елеватора, або черевик, включає в себе сталевий кожух, завантажувальний бункер, а також систему зірочок з валом і підшипниками. Ця система за допомогою спеціального натяжного механізму може переміщатися у направляючих пазах. Хід гвинтового натягу для ланцюгових елеваторів становить приблизно 1–1,6 кроку ланцюга, а для стрічкових — 3–5 % від загальної довжини тягового елемента. Щоб захистити конструкцію від пошкоджень при перевантаженнях, у черевику встановлюють гумову діафрагму, яка відключає електропривод. Завантажувальний бункер розташовується на

висхідній гілці ковшів, а процес завантаження відбувається проти напрямку руху стрічки. Для елеваторів із розставленими ковшами матеріал зачерпується і досипається у ковші, тоді як у системах із суцільно розташованими ковшами застосовується засипання вантажу прямо в ковші.

Головка елеватора. Верхня частина елеватора, або головка, складається з кожуха, приводної зірочки або шківа, редуктора та механізму зупинки, що запобігає зворотному руху. Приводний вузол може виконуватися як зубчаста чи пасова передача, так і редукторна система. Щоб уникнути пошкодження вантажу при його ударі об внутрішню поверхню кожуха, його облицьовують листовою гумою.

Запобіжні механізми. Для попередження падіння ходової частини елеватора у випадку обриву ланцюга чи стрічки використовують спеціальні захисні пристрої. На ланцюгових елеваторах встановлюють уловлювачі ланцюга, а на стрічкових — сталеві канати, прикріплені до бічних стінок ковшів, які вільно розташовуються вздовж стрічки. У разі обриву стрічки ці канати перешкоджають падінню ходової частини. Додатково на натяжних барабанах або зірочках монтують реле швидкості, яке при обриві тягового елемента автоматично вимикає електродвигун приводу елеватора.

.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЕЛЕВАТОРА ЕК-80

3.1 Вихідні дані

Параметр	Значення
Висота підйому, H, м	30
Кут нахилу, α, град	90
Продуктивність, Q, м³/час	80
Тип елеватора	тихохідний
Тип ковша	трапецевидний, збільшеного об'єму
Спосіб розвантаження	самопливне вільне
Спосіб заповнення завантаження	засипанням у ковші
Тяговий елемент	ланцюг
Вантаж	рядова крупношматкова залізна руда (160-320мм)
Щільність вантажу, ρ, т/м³	3,6
Швидкість ланцюга, V, м/с	0,4
Коефіцієнт наповнення ковша, ψ	0,6

3.2 Вибір параметрів ковшів

Виходячи з визначення продуктивності елеватора (м³/год), можна визначити основні параметри ковшів, які забезпечать необхідну продуктивність машини.

$$Q = 3{,}6 \cdot \frac{i}{t_k} \cdot V \cdot \psi \ \text{ м}^3/\text{год}$$

Для розрахунку обираємо ковш трапецієподібної форми збільшеного об'єму з визначеною шириною та об'ємом. Внутрішні розміри ковша визначаються відповідно до передбачуваної продуктивності та умов завантаження.

Крок розташування ковшів вибирають так, щоб при заданому об'ємі і ширині ковша досягалася потрібна продуктивність при встановленому коефіцієнті заповнення.

$$\frac{i}{t_k} = \frac{Q}{3{,}6 \cdot V \cdot \psi} = \frac{80}{3{,}6 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}6} = 92{,}59$$

Обираємо ковш трапецевидної форми, збільшеного об'єму, з шириною $B_k = 800\,мм$, об'єм ковша $i = 191{,}3\,л$. Внутрішні розміри ковша:

$$L = 650\ мм$$
$$H = 500\ мм$$
$$L' = 400\ мм$$
$$\delta = 6\ мм$$

Крок ковшів $t_k = 2000\ мм$

При прийнятих параметрах задана продуктивність забезпечується при коефіцієнті заповнення

$$\psi = \frac{Q \cdot t_k}{3{,}6 \cdot V \cdot i} = \frac{80 \cdot 2{,}0}{3{,}6 \cdot 0{,}4 \cdot 191{,}3} = 0{,}581$$

В якості тягового елемента використовується ланцюг М630 типу 2 за ГОСТ 588-81 (втулково-роликовий). Основні параметри:

Ланцюг М630 типу 2 по ГОСТ 588-81 (втулочно - роликовий).

$t = 400\,мм$ - крок ланцюга

$d = 36\ мм$ - діаметр валика

Розподілені маси елементів елеватора:

– ланцюга:

$$q_ц = 25{,}8 \text{ кг/м} = 253 \text{ Н/м}$$

– вантажу:

$$q_{гр} = \frac{i}{t_k} \cdot \rho \cdot \psi \cdot g = 92{,}59 \cdot 3{,}6 \cdot 0{,}6 \cdot 9{,}8 = 1960 \quad \text{Н / м}$$

–ковшів:

$$q_к = k_к \cdot m_{ковш} \cdot g / t = 1.14 \cdot 96 \cdot 9{,}8 / 3{,}2 = 335 \quad \text{Н / м}$$

– сумарна маса ланцюга разом із ковшами:

$$q_0 = q_к + q_ц = 588 \quad \text{Н / м}$$

Лінійне навантаження на завантаженій гілці становить, Н/м.

$$q_р = q_0 + q_{гр} = 2548 \text{ Н/м}$$

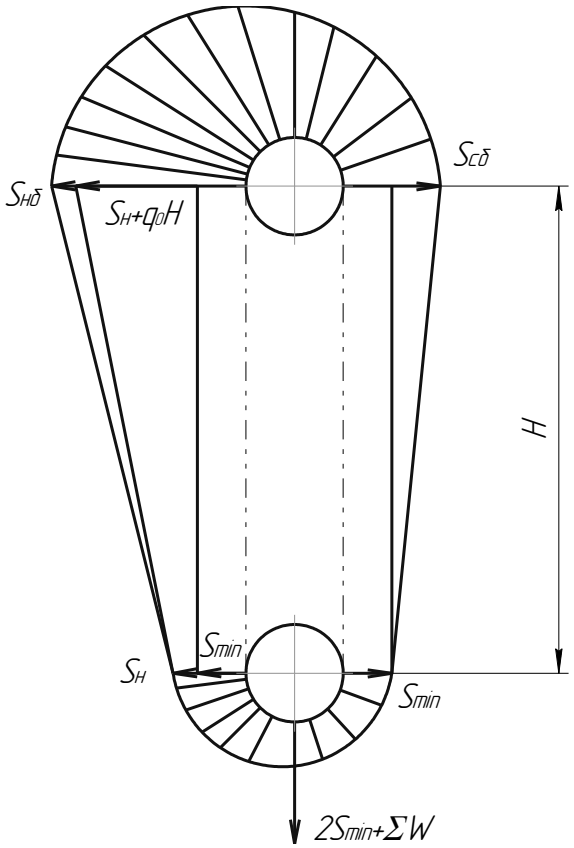


Рис.3.1 – Схема тягового розрахунку елеватора

3.3 Тяговий розрахунок

У ланцюговому елеваторі розрахункове зусилля визначається як найбільше тягове зусилля, що діє на приводний барабан, без урахування динамічного ефекту тягового елемента:

$$S_{\max} = S_{нб} = S_{н} + (q_0 + q_{гр}) \cdot H$$

Зусилля у збігаючій гілці від нижнього барабана визначається за встановленими формулами:

$$S_{н} = S_{\min} + \Sigma W$$

Мінімальний натяг ланцюга приймають не менше 5 % від допустимої напруги для обраного типу ланцюга.

Приймаємо $S_{\min} = 3000$Н

$$\Sigma W = W_{прив} + W_{натяж}$$

Діаметри зірочок:

– приводної:

$$D = \frac{p}{\sin(180/z)} = \frac{400}{\sin(180/8)} = 1045,25 \text{ мм};$$

$$W_{прив} = \mu \cdot (S_{\min} \cdot (1+\mu) + q_p \cdot H) \frac{\cdot d_{подш}}{D} = 0,045 \cdot (3000 \cdot (1+0,045) + 2548 \cdot 30) \cdot \frac{200}{1045,25} = 685,17 \text{ Н}$$

– натяжної:

$$D = \frac{p}{\sin(180/z)} = \frac{400}{\sin(180/6)} = 800 \text{ мм};$$

$$W_{натяж} = \mu \cdot S_{\min} \frac{\cdot d_{подш}}{D} = 0,045 \cdot 3000 \cdot \frac{100}{800} = 16,87 \text{ Н}$$

$$\Sigma W = 685,17 + 16,87 = 702,04 \text{ Н}$$

– відхиляючої:

$$D = \frac{p}{\sin(180/z)} = \frac{400}{\sin(180/3)} = 461.88 \text{ мм};$$

$$W_{откл} = \mu \cdot (S_{\min} + q_0 \cdot H) \frac{\cdot d_{подш}}{D} = 0,045 \cdot (3000 + 588 \cdot 30) \cdot \frac{100}{461,88} = 201,09 \text{ Н}$$

Максимальний натяг тягового елемента:

$$S_{\max} = 1,05 \cdot [S_{\min} + \Sigma W + (q_{гр}) \cdot H]$$

$$S_{\max} = 1,05 \cdot [3000 + 702,04 + 2548 \cdot 30] = 84149,14 \text{ Н}$$

Натяг у точці збігу з приводним барабаном:

$$S_{сб} = S_{\min} + q_0 \cdot H + W_{откл}$$

$$S_{сб} = 3000 + 588 \cdot 30 + 201,09 = 20841,09 \text{ Н}$$

Тягове зусилля на приводному валу;

$$S_p = S_{нб} - S_{сб} = S_{\max} - S_{сб}$$

$$S_p = 84149,14 - 20841,09 = 63308,05 \text{ Н}$$

Розрахункове навантаження на кожен ланцюг:

$$S_p^1 = S_p / C_н$$

$$S_p^1 = 63308,05/1,6 = 39567,53 \text{ Н}$$

Потужність приводного двигуна визначається за формулою з урахуванням ККД приводу $\eta = 0.80$ та коефіцієнта запасу $K_{зап} = 1$ для максимальної продуктивності:

$$N = \frac{K_{зап} \cdot S_p \cdot v}{1000 \cdot \eta}$$

$$N = \frac{1 \cdot 63308,05 \cdot 0,4}{1000 \cdot 0,80} = 31,65 \text{ кВт}$$

Частота обертання приводних зірочок при швидкості $v = 0.4$ *м/с*

$$n = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D_б} = \frac{60 \cdot 0,4}{3,14 \cdot 1,04528} = 7,309 \text{ об/мин}$$

Обираємо електродвигун AIP225M8E з такими характеристиками:

- потужність $N = 30$ *кВт*;
- номінальна частота обертання $n_{дв} = 730$ *об/мин*;
- ККД $\eta = 90,5\%$

Нормальне зусилля у ланцюзі:

$$S_p^1 = 39567,53 \text{Н}$$

Розривне зусилля ланцюга М630

$$S_{разр} = 630000 \text{ Н}$$

Коефіцієнт запасу міцності:

$$n_n = \frac{S_{разр}}{S_p^1} \qquad n_n = \frac{630000}{39567,53} = 15,92$$

3.4 Вибір редуктора

Передавальне число редуктора визначається відповідно до заданих кінематичних параметрів приводу:

$$u_{ред} \cdot u_{цеп} = \frac{n_{дв}}{n_Б} = \frac{730}{7,309} = 99,87$$

Передавальне число ланцюгової передачі приймається:

$$u_{цеп} = 4$$

Тоді загальне передавальне відношення приводу становить:

$$u_{ред} \cdot = 24,99$$

Крутний момент на приводному валу визначається за формулою:

$$T_{вых} = S_p \cdot \frac{D}{2} = 63308,05 \cdot \frac{1,04258}{2} = 33087.31\ Н \cdot м$$

За отриманими розрахунковими параметрами для приводу обрано двоступеневий циліндричний редуктор типу Ц2-500М, який має такі характеристики:

- передавальне число — $u_{ред} = 25,00$
- допустимий крутний момент на вихідному валу — $T_{вых} = 8500\ Н \cdot м$;
- крутний момент після ланцюгової передачі — $T_{прив} = T_{вых} \cdot u_{цеп} \cdot \eta_{цеп}$

$$T_{прив} = 8500 \cdot 4 \cdot 0.98 = 33320\ Н \cdot м$$

Порівняння розрахункових і допустимих параметрів показало, що вибраний редуктор забезпечує необхідні умови роботи приводу, тому його використання є технічно обґрунтованим.

3.5 Визначення діаметру приводного вала

Діаметр приводного вала визначається з урахуванням навантажень, що виникають під час передавання крутного моменту та дії тягового зусилля.

Тягове зусилля, яке діє на приводний вал:

$$P = 63308\ \ Н$$

Крутний момент на приводному валу становить:

$$T = 33097\ \ \ Н \cdot м$$

Для виготовлення вала прийнято сталь 45, для якої допустиме напруження кручення дорівнює:

$$[\tau_{см}] = (0,1...0,3) \cdot [\sigma_т]$$

Необхідний діаметр вала визначають за умовою міцності на кручення:

$$D \geq 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{T}{0,2 \cdot [\tau_{СМ}]}}$$

Отримане значення діаметра забезпечує надійну роботу приводного вала в заданих умовах експлуатації та відповідає вимогам міцності й довговічності конструкції.

Для сталі 45 $[\sigma_m] = 360 \ \ МПа$

$$[\tau_{см}] = 0{,}1 \cdot 360 = 36 \ \ МПа$$

$$D \geq 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{33097}{0{,}2 \cdot 36}} = 166.27 \ \ мм$$

3.6 Розрахунок за еквівалентним напруженням і на статичну міцність

Исходные данные для расчета:

Таблиця 3.1

Марка сталі	Твердість (не нижче)	Механічні характеристики (МПа)					Коеф.
20Х	197	$\sigma_в$	$\sigma_т$	$\tau_т$	σ_{-1}	τ_{-1}	$\psi_т$
		650	400	240	310	170	0.07

$$M_{изг} = \frac{P}{2} \cdot \frac{l}{2} = \frac{63308}{2} \cdot \frac{1{,}2}{2} = 18992 \ Н \cdot м;$$

$$T = 33097 \ \ Н \cdot м$$

Моменті інерції перетину:

$$I_X = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64} = \frac{\pi \cdot (200^4 - 100^4)}{64} 73631078 \ \text{мм}^4;$$

$$I_K = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{32} = \frac{\pi \cdot (200^4 - 100^4)}{16} = 147262156 \ \text{мм}^3;$$

Еквіваленне напруження:

$$\sigma_E = \frac{10^3}{I_X} \frac{D}{2} \cdot \sqrt{M_{\text{È}\text{Ç}\text{Ã}_1}^2 + 0.75 \cdot T^2}$$

$$\sigma_E = \frac{10^3}{73631078} \frac{200}{2} \cdot \sqrt{18992^2 + 0.75 \cdot 33097^2} = 46.7 \ \text{Ì Ï à}$$

Запас міцності:

$$S_T = \frac{\sigma_T}{K_{n\acute{n}m} \cdot \sigma_E} = \frac{400}{2.2 \cdot 46.7} \cong 3.89;$$

3.7 Визначення втомного руйнування валу

Максимальні напруження у безпечному перетині:

$$\sigma_a = \sigma_{\cdot} = \frac{M_{изг}}{I_X} \cdot D/2 = \frac{18992000}{73631078} \cdot 100 = 25.8\,\text{МПа};$$

$$\tau_a = \frac{T}{I_\rho} \cdot D/2 = \frac{33097000}{147262156} \cdot 100 = 22.5\,\frac{\text{н}}{\text{мм}^2};$$

$$K_d = 0.81(\textit{изгиб});$$
$$K_d = 0.70(\text{кручение});$$
$$K_\sigma = 1.5$$
$$K_\tau = 1.4;$$
$$K_F = 1.0;$$
$$K_V = 1.4;$$

Коефіцієнти концентрації напруження:

$$(K_\sigma)_D = \left(\frac{K_\sigma}{K_d} + K_F - 1\right) \cdot \frac{1}{K_V} = \left(\frac{1.5}{0.81} + 1 - 1\right) \cdot \frac{1}{1.4} \cong 1.32;$$

$$(K_\tau)_D = \left(\frac{K_\tau}{K_d} + K_F - 1\right) \cdot \frac{1}{K_V} = \left(\frac{1.4}{0.70} + 1 - 1\right) \cdot \frac{1}{1.4} \cong 1.43;$$

Граничне значення міцності:

$$(\sigma_{-1})_D = \frac{\sigma_{-1}}{(K_\sigma)_D} = \frac{310}{1.32} = 234.8\,\text{МПа}$$

$$(\tau_{-1})_D = \frac{\tau_{-1}}{(K_\tau)_D} = \frac{170}{1.43} = 118.9\,\text{МПа}$$

Запаси міцності по напруженням:

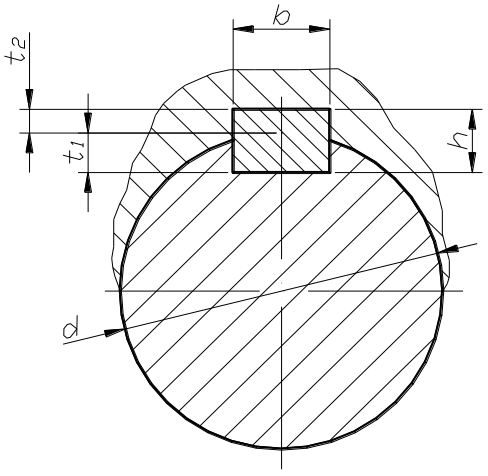
$$S_\sigma = \frac{(\sigma_{-1})_D}{\sigma_a} = \frac{234.8}{25.8} = 9.1;$$

$$S_\tau = \frac{(\tau_{-1})_D}{\tau_a} = \frac{118.9}{22.5} = 5.3;$$

Сумарний запас міцності:

$$S = \frac{S_\sigma \cdot S_\tau}{\sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2}} = \frac{9.1 \cdot 5.3}{\sqrt{9.1^2 + 5.3^2}} = 4.6 > [S] = 2;$$

Таким чином, умова опору втоми для перетину виконано.



3.8 Розрахунок шпонкових з’єднань

Рис 3.2 – Шпонковий паз

Основним навантаженням, що діє на шпонку під час роботи з'єднання, є контактне пружнопластичне деформування поверхонь у зоні взаємодії шпонки з валом і маточиною. Тому для оцінювання працездатності шпонкового з'єднання виконують перевірочний розрахунок на контактне зминання.

З метою спрощення інженерного розрахунку приймають, що контактні напруження по робочій поверхні шпонки розподіляються рівномірно, а плече прикладення рівнодійної сили дорівнює радіусу вала. За таких припущень середнє значення контактних напружень зминання на бічних гранях шпонки визначають за відповідною розрахунковою залежністю:

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot l_p \cdot t_2} \le [\sigma_{см}];$$

де: d — діаметр вала; $t_2 = 0{,}4 \cdot h$ — глибина входження шпонки в маточину; l_p – робоча довжина шпонки; h — висота шпонки; T — передаваний крутний момент.

Шпонки виготовлені зі сталі 45, для якої допустима напруга зминання становить. Для перевірки розраховують усі шпонки механізму:

Для виготовлення шпонок використовується сталь 45, для якої допустиме значення напруження зминання становить $\sigma_{вр} = (590...750)$ МПа $[\sigma_{см}] = (0{,}4...0{,}5) \cdot \sigma_{вр} = (236...375)$ МПа . Перевірочний розрахунок виконується для всіх шпонкових з'єднань механізму.

Шпонка 25×14×220 встановлена на приводному валу та призначена для фіксації зірочок ланцюга ковшового елеватора.

$$T = 33097 \cdot 10^3 \ H \cdot мм \ ;$$

$$l_p = 220 \text{ мм};$$

$$t_2 = 5{,}4 \text{ мм};$$

$$d = 232 \text{ мм}$$

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot 20679 \cdot 10^3}{232 \cdot 220 \cdot 5{,}4} = 150 \le [\sigma_{\text{см}}]$$

Отримані результати свідчать про забезпечення необхідної міцності з'єднання.

Шпонка 18×11×60 використовується для кріплення зірочок приводного ланцюга на приводному валу.

$$T = 33097 \cdot 10^3 \ H \cdot мм;$$

$$l_p = 200 \text{ мм};$$

$$t_2 = 5{,}4 \text{ мм};$$

$$d = 200 \text{ мм}$$

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot 33097 \cdot 10^3}{200 \cdot 200 \cdot 5{,}4} = 306 \le [\sigma_{\text{см}}]$$

Розрахунок підтверджує працездатність шпонкового з'єднання в заданих умовах експлуатації.

3.9 Розрахунок кріплення ковша елеватора болтовим з'єднанням

Поперечне навантаження, що діє на групу болтів кріплення ковша:

$$P_{болт} = (\psi \cdot i \cdot \rho + k \cdot m_k) \cdot g = (0{,}6 \cdot 262{,}5 \cdot 3{,}6 + 1{,}14 \cdot 96) \cdot 9{,}8 = 6629{,}11 \ H$$

Для однієї сторони ковша навантаження становить:

$$P'_{болт} = \frac{P_{болт}}{C_н} = \frac{6629{,}11}{1{,}6} = 4143{,}20 \ H$$

Перевірка болтів виконується за умовою міцності на зріз:

$$\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot [\tau_{CP}] \ge k \cdot \frac{P_{болт}}{z}$$

де $d = 20 \ мм$ – діаметр болта; $k = 15$ — коефіцієнт запасу міцності; $[\tau_{CP}] = 85 \ МПа$ – допустиме напруження на зріз;

У результаті розрахунку отримано:

$$\frac{3{,}14 \cdot 20^2}{4} \cdot 85 = 26690 \;\; H \geq 15 \cdot \frac{4143{,}20}{3} = 20{,}716 \;\; H$$

Умова міцності виконується, отже болтове з'єднання забезпечує надійну роботу конструкції.

3.10 Визначення способу розвантаження

Для встановлення режиму розвантаження визначають полюсну відстань та її співвідношення з радіусом приводного барабана.

$$Б = \frac{h}{r_b} = \frac{g \cdot r_b}{v^2}$$

$$Б = \frac{9{,}81 \cdot \frac{1{,}04528}{2}}{0{,}4^2} = 32.04$$

$$h = Б \cdot r_b = 32.04 \cdot \frac{1.04528}{2} = 16{,}74 м$$

Якщо виконується умова:

$$h \geq rb$$

то сила тяжіння переважає дію відцентрових сил, унаслідок чого розвантаження ковшів відбувається самопливним (гравітаційним) способом через задню кромку ковша, розташовану ближче до приводних зірочок.

3.11 Розрахунок величини вантажу для вантажоважільного натягуючого пристрою

Розрахунок натяжного пристрою виконують за схемою, наведеною на рис. 3.3.

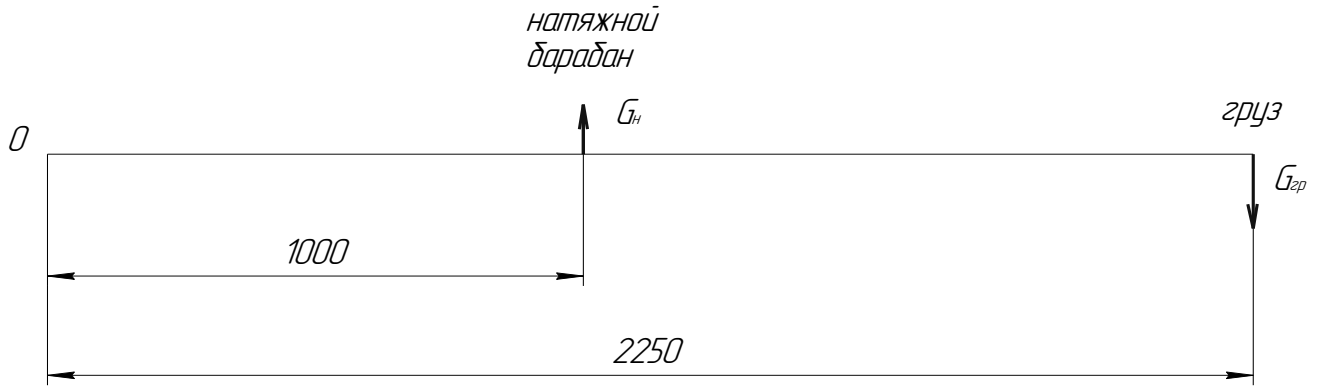


Рис. 3.3 – Розрахункова схема натяжного пристрою

Для визначення необхідної маси вантажу складають рівняння моментів відносно точки О:

$$\Sigma M_0 = 0$$

$$G_{гр} \cdot 2250 - G_н \cdot 1000 = 0$$

$$G_{гр} = \frac{1000}{2250} \cdot G_н$$

$$G_н = 3000 \ H - мінімальне\ натгення\ ланцюга$$

$$G_{гр} = \frac{1000}{2250} \cdot 3000 = 1333,33 \ H$$

$$M_{гр} = \frac{G_{гр}}{g} = \frac{1333}{9,81} = 135,9 \ кг$$

У результаті розрахунку встановлено, що для створення мінімально необхідного натягу тягового органу маса вантажу повинна становити:

$$M_{гр}=135,9 \text{ кг.}$$

Отримане значення забезпечує стабільну роботу натяжного механізму та необхідний рівень натягу тягового органу елеватора.

4. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЕЛЕВАТОРА ЕК-80

4.1. Транспортування і монтаж елеватора ЕК-80

Елеватор ЕК-80 постачається з підприємства-виробника до підприємства-споживача у розібраному вигляді окремими транспортними вузлами та деталями. Такий спосіб транспортування забезпечує зручність перевезення, зменшує ризик пошкодження елементів конструкції та дозволяє використовувати стандартні транспортні засоби. До комплекту постачання зазвичай входять: приводна станція, натяжна станція, секції шахти елеватора, тяговий орган (ланцюг), ковші, завантажувальний та розвантажувальний пристрої, опорні конструкції, кріпильні елементи, а також комплект технічної документації.

Транспортування елеватора може здійснюватися залізничним, автомобільним або водним транспортом відповідно до правил перевезення великогабаритних вантажів. При перевезенні всі вузли повинні бути надійно закріплені, щоб запобігти їх зміщенню та механічним пошкодженням. Поверхні деталей, що можуть піддаватися корозії, покриваються захисним мастилом або консерваційними матеріалами. Дрібні деталі, кріпильні елементи та комплектуючі пакуються в окремі ящики або контейнери. Особлива увага приділяється захисту тягового органа та ковшів від деформацій і механічних пошкоджень.

Перед початком монтажу елеватора на підприємстві-споживачі необхідно провести підготовчі роботи. До них належать перевірка комплектності обладнання, огляд деталей на наявність пошкоджень, очищення елементів від консерваційного мастила, а також підготовка фундаменту і монтажного майданчика. Фундамент повинен відповідати проектним розмірам і мати достатню міцність для сприйняття навантажень від обладнання. Також перевіряється відповідність монтажних отворів, закладних деталей та рівність поверхні встановлення.

Монтаж елеватора ЕК-80 виконується за допомогою підйомно-транспортного обладнання. Для цього можуть використовуватися автомобільні або баштові крани, електричні талі, лебідки, а також монтажні пристрої та такелажні засоби. Крім того, під час монтажу застосовуються слюсарно-монтажні

інструменти, вимірювальні прилади, рівні, шаблони та інше допоміжне обладнання, необхідне для забезпечення точності встановлення конструкції.

Монтаж елеватора, як правило, здійснюється у певній послідовності. Спочатку встановлюють і закріплюють на фундаменті натяжну (нижню) станцію елеватора. Після цього монтують нижні секції шахти, які послідовно з'єднують між собою болтовими з'єднаннями. Далі за допомогою підйомного обладнання встановлюють наступні секції шахти до досягнення необхідної висоти конструкції. Після завершення монтажу корпусу елеватора встановлюють приводну (верхню) станцію, яка містить приводний вал, зірочки та електродвигун з редуктором.

Наступним етапом є монтаж тягового органа – ланцюга з прикріпленими ковшами. Ланцюг протягується через приводні та натяжні зірочки і з'єднується у замкнений контур. Після цього здійснюється регулювання натягу тягового органа за допомогою натяжного пристрою. Завершальним етапом монтажу є встановлення завантажувального та розвантажувального пристроїв, перевірка правильності взаємного розташування вузлів, а також пробний запуск елеватора без навантаження.

Після завершення монтажних робіт проводиться контроль правильності встановлення всіх елементів конструкції, перевірка надійності кріплень, плавності руху тягового органа та роботи приводного механізму. Також здійснюється регулювання натягу ланцюга, перевірка роботи підшипникових вузлів і стану змащування.

Під час транспортування та монтажу елеватора необхідно суворо дотримуватися вимог техніки безпеки. До монтажних робіт допускаються лише працівники, які пройшли відповідний інструктаж та мають необхідну кваліфікацію. Забороняється перебування людей у зоні переміщення вантажів під час роботи підйомного обладнання. Усі такелажні пристрої повинні бути справними та відповідати масі підйомних елементів. Монтажні роботи на висоті повинні виконуватися з використанням страхувальних засобів та монтажних майданчиків. Перед введенням елеватора в експлуатацію необхідно провести його випробування та переконатися у безпечності роботи всіх вузлів і механізмів.

Таким чином, правильна організація транспортування і монтажу елеватора ЕК-80 забезпечує надійність його подальшої експлуатації, зменшує ризик виникнення аварійних ситуацій та сприяє ефективній роботі обладнання у складі виробничого процесу.

4.2. Використання елеватору ЕК-80 за призначенням

Елеватор ЕК-80 призначений для безперервного вертикального транспортування сипких матеріалів і працює у складі технологічних ліній підприємств гірничої, металургійної, хімічної та інших галузей промисловості. Ефективна та безпечна робота елеватора забезпечується правильним дотриманням режимів експлуатації, а також виконанням встановлених вимог щодо пуску, роботи у сталому режимі та зупинки обладнання.

Процес експлуатації елеватора умовно поділяється на три основні етапи: підготовка і пуск обладнання, робота у сталому режимі та зупинка елеватора.

Особливості та порядок пуску елеватора. Перед пуском елеватора необхідно провести його огляд та переконатися у справності основних вузлів і механізмів. Перевіряється стан тягового органа (ланцюга), надійність кріплення ковшів, правильність натягу ланцюга, стан підшипникових вузлів, наявність мастила в рухомих частинах, а також справність приводного механізму. Крім того, перевіряється відсутність сторонніх предметів у корпусі елеватора та в зоні завантаження і розвантаження.

Пуск елеватора здійснюється у такій послідовності. Спочатку вмикається електродвигун приводної станції, після чого перевіряється правильність напрямку руху тягового органа. Перший запуск рекомендується проводити без навантаження, щоб переконатися у правильності роботи механізмів та відсутності сторонніх шумів, вібрацій або перекосів ланцюга. Після перевірки роботи на холостому ходу елеватор переводять у робочий режим, поступово подаючи матеріал у завантажувальний пристрій.

При пуску важливо забезпечити рівномірну подачу матеріалу, щоб уникнути перевантаження ковшів і тягового органа. Різке або надмірне

завантаження може призвести до підвищеного зносу елементів конструкції або аварійної зупинки обладнання.

Особливості та режими сталого режиму роботи. Під час роботи елеватора у сталому режимі повинна забезпечуватися безперервна та рівномірна подача матеріалу у завантажувальний пристрій. Робота обладнання повинна здійснюватися в межах встановленої продуктивності, передбаченої технічними характеристиками елеватора. Перевищення допустимого навантаження може викликати надмірні динамічні навантаження на тяговий орган, привід та інші елементи конструкції.

У процесі роботи необхідно постійно контролювати стан основних вузлів елеватора. Особливу увагу слід приділяти роботі приводу, стану ланцюга та ковшів, температурі підшипників, рівню шуму та вібрацій. Також слід перевіряти правильність розвантаження матеріалу у верхній частині елеватора і відсутність його накопичення у корпусі.

Стабільний режим роботи характеризується рівномірним рухом тягового органа, відсутністю ривків, перекосів або заїдань ланцюга, а також стабільною роботою приводного механізму. У разі появи сторонніх шумів, підвищеної вібрації або інших ознак несправності елеватор необхідно негайно зупинити для з’ясування причин та усунення несправності.

Особливості та порядок зупинки елеватора. Зупинка елеватора здійснюється у визначеній послідовності для запобігання накопиченню матеріалу в корпусі та перевантаженню механізмів при наступному пуску. Спочатку припиняється подача матеріалу до завантажувального пристрою. Після того як усі ковші повністю вивантажать матеріал і елеватор пропрацює певний час у холостому режимі, вимикається електродвигун приводу.

У разі аварійної ситуації (раптове заклинювання тягового органа, поломка ковшів, перегрів підшипників або інші небезпечні явища) елеватор необхідно негайно зупинити за допомогою аварійного вимикача. Після зупинки обладнання проводиться огляд та усунення несправностей.

Техніка безпеки при експлуатації елеватора. Експлуатація елеватора ЕК-80 повинна здійснюватися з дотриманням встановлених вимог техніки безпеки.

До обслуговування обладнання допускаються лише працівники, які пройшли відповідне навчання та інструктаж з охорони праці.

Під час роботи елеватора забороняється відкривати оглядові люки, проводити ремонтні або регулювальні роботи, а також очищувати внутрішні частини обладнання. Усі роботи з технічного обслуговування та ремонту виконуються лише після повної зупинки елеватора та відключення його від електромережі.

Обслуговуючий персонал повинен використовувати засоби індивідуального захисту, зокрема захисний одяг, каски та рукавиці. Не допускається перебування сторонніх осіб у зоні роботи обладнання. Особливу увагу необхідно приділяти справності огороджувальних пристроїв, які запобігають доступу до рухомих частин механізмів.

Дотримання правил експлуатації та техніки безпеки забезпечує надійну і довготривалу роботу елеватора ЕК-80, зменшує знос його елементів та запобігає виникненню аварійних ситуацій під час виробничого процесу.

4.3. Технічне обслуговування елеватора ЕК-80

Надійна та безпечна робота елеватора ЕК-80 значною мірою залежить від своєчасного та якісного проведення технічного обслуговування. Технічне обслуговування спрямоване на підтримання справного стану обладнання, запобігання передчасному зносу його елементів, своєчасне виявлення і усунення несправностей, а також забезпечення безперервної роботи транспортної системи.

Для елеватора ЕК-80 передбачаються планові види технічного обслуговування, які виконуються через певні проміжки часу або напрацювання обладнання. До основних видів технічного обслуговування належать: ТО-1, ТО-2 та ТО-3.

ТО-1 (щоденне або змінне технічне обслуговування). ТО-1 проводиться обслуговуючим персоналом перед початком роботи елеватора або після закінчення робочої зміни. Основною метою цього виду обслуговування є перевірка справності обладнання та підготовка його до безпечної експлуатації.

Під час ТО-1 виконуються такі роботи:

- зовнішній огляд елеватора та перевірка цілісності корпусу;
- перевірка стану ковшів та надійності їх кріплення до тягового органа;
- огляд тягового ланцюга, перевірка його натягу та відсутності перекосів;
- перевірка роботи приводного механізму;
- огляд підшипникових вузлів і перевірка наявності мастила;
- очищення завантажувального і розвантажувального пристроїв від залишків матеріалу;
- перевірка справності захисних огороджень та контрольно-вимірювальних приладів.

Для виконання ТО-1 використовуються прості слюсарні інструменти: гайкові ключі, викрутки, щітки для очищення, мастильні пристрої, а також переносні освітлювальні прилади.

ТО-2 (періодичне технічне обслуговування). ТО-2 виконується через певний період експлуатації, як правило приблизно один раз на 500–1000 годин роботи обладнання або відповідно до графіка технічного обслуговування підприємства. Цей вид обслуговування має більш поглиблений характер і передбачає детальніший огляд вузлів елеватора.

Під час проведення ТО-2 виконуються такі роботи:

- перевірка стану тягового ланцюга та вимірювання його подовження;
- перевірка і підтягування болтових та різьбових з’єднань;
- перевірка стану ковшів, їх зносу та правильності встановлення;
- огляд і регулювання натяжного пристрою;
- перевірка стану зірочок, валів і підшипників;
- заміна або додавання мастила у підшипникові вузли;
- перевірка роботи електродвигуна, редуктора та муфт;
- очищення внутрішніх поверхонь шахти елеватора від налиплого матеріалу.

Для проведення ТО-2 використовується більш широкий набір інструментів та обладнання, зокрема:

- слюсарний інструмент;
- мастильні пристрої;
- вимірювальні прилади (штангенциркуль, лінійка, щупи);
- переносні підйомні пристрої (талі, домкрати);
- засоби очищення та промивання деталей.

ТО-3 (капітальне або поглиблене технічне обслуговування). ТО-3 проводиться через 3000–5000 годин роботи або один раз на рік, залежно від інтенсивності експлуатації елеватора. Цей вид технічного обслуговування передбачає часткове розбирання вузлів обладнання, ретельну перевірку їх технічного стану та заміну зношених деталей.

Під час ТО-3 виконуються такі роботи:

- повний огляд і перевірка стану тягового ланцюга;
- заміна або ремонт зношених ковшів;
- перевірка стану приводних і натяжних зірочок;
- розбирання та огляд підшипникових вузлів;
- перевірка і ремонт редуктора приводної станції;
- перевірка стану валів, муфт і кріпильних елементів;
- регулювання натягу тягового органа;
- перевірка стану корпусу елеватора і опорних конструкцій;
- відновлення або заміна захисних покриттів та фарбування металевих поверхонь.

Для виконання ТО-3 необхідне застосування спеціального ремонтного обладнання, зокрема:

- підйомно-транспортні механізми (кран-балки, талі, лебідки);
- домкрати;
- знімачі підшипників;
- вимірювальні інструменти;
- зварювальне обладнання;
- електромонтажний інструмент.

Своєчасне та якісне проведення технічного обслуговування дозволяє підтримувати елеватор ЕК-80 у працездатному стані, підвищує надійність його роботи та значно продовжує строк служби основних вузлів і механізмів. Крім того, регулярне технічне обслуговування сприяє зниженню ризику аварійних ситуацій та забезпечує безпечну експлуатацію обладнання в умовах виробництва.

4.4. Демонтаж та зберігання елеватору ЕК-80

Демонтаж елеватора ЕК-80 проводиться у випадках капітального ремонту, модернізації обладнання, переміщення на інше місце встановлення або виведення його з експлуатації. Роботи з демонтажу повинні виконуватися відповідно до технічної документації та з дотриманням вимог техніки безпеки. Перед початком демонтажних робіт елеватор необхідно повністю зупинити, відключити від електромережі та переконатися у відсутності залишків матеріалу в корпусі.

Послідовність демонтажу елеватора. Демонтаж елеватора ЕК-80 виконується у зворотній послідовності відносно його монтажу.

Спочатку проводяться підготовчі роботи. Необхідно відключити електроживлення приводного механізму, встановити попереджувальні знаки про проведення ремонтних робіт, очистити корпус елеватора від залишків транспортуємого матеріалу та перевірити справність підйомно-транспортного обладнання.

Першим етапом демонтажу є зняття завантажувального та розвантажувального пристроїв. Після цього демонтують огороджувальні елементи та допоміжні конструкції, які можуть перешкоджати подальшому розбиранню обладнання.

Далі проводиться демонтаж тягового органа. Для цього послаблюють натяг ланцюга за допомогою натяжного пристрою, після чого роз’єднують ланцюг і поетапно знімають ковші. Зняті елементи сортують та укладають у спеціальні контейнери або ящики для подальшого транспортування чи зберігання.

Після демонтажу тягового органа переходять до розбирання приводної станції. Знімають електродвигун, муфту, редуктор, приводний вал і зірочки. Усі демонтовані вузли очищають від забруднень та оглядають на наявність пошкоджень.

Наступним етапом є демонтаж секцій шахти елеватора. Секції корпусу поетапно від'єднуються одна від одної, починаючи з верхніх елементів конструкції. Для цього використовують підйомні механізми, за допомогою яких секції знімають і опускають на монтажний майданчик.

Завершальним етапом демонтажу є зняття натяжної станції та демонтаж опорних конструкцій і фундаментних кріплень. Після повного розбирання обладнання проводиться очищення деталей, їх огляд та підготовка до транспортування або зберігання.

Інструмент та обладнання для демонтажу. Для виконання демонтажу елеватора ЕК-80 застосовуються такі інструменти та обладнання:

підйомно-транспортні механізми (автомобільні або мостові крани, талі, лебідки);

- такелажні пристрої (канати, стропи, гаки);
- домкрати;
- слюсарний інструмент (гайкові ключі, викрутки, молотки, зубила);
- монтажні ломи та важелі;
- знімачі підшипників;
- вимірювальні прилади (лінійки, рулетки, штангенциркулі);
- ємності або ящики для зберігання дрібних деталей та кріпильних елементів.

Усі підйомні та такелажні пристрої повинні бути справними і відповідати масі демонтованих вузлів.

Зберігання елеватора. Правильне зберігання деталей і вузлів елеватора має важливе значення для запобігання їх пошкодженню, корозії та передчасному зносу. Зберігання обладнання включає два основні етапи: підготовку до зберігання та безпосередньо процес зберігання.

Підготовка до зберігання. Перед зберіганням усі вузли та деталі елеватора повинні бути ретельно очищені від пилу, залишків матеріалу, мастила та інших забруднень. Після очищення проводиться огляд технічного стану елементів для виявлення пошкоджень або зношених деталей.

Металеві поверхні, які можуть піддаватися корозії, покриваються спеціальними антикорозійними мастилами або консерваційними матеріалами. Підшипникові вузли повинні бути заповнені мастилом, а отвори та різьбові з'єднання закриті захисними ковпачками або заглушками.

Дрібні деталі, болти, гайки та інші кріпильні елементи необхідно розміщувати у спеціальних ящиках або контейнерах із маркуванням. Ковші та ланцюги рекомендується укладати на дерев'яні підкладки або спеціальні піддони.

Умови та місце зберігання. Деталі та вузли елеватора ЕК-80 повинні зберігатися у сухих, добре вентильованих складських приміщеннях, захищених від атмосферних опадів та різких перепадів температури. Приміщення для зберігання повинно мати рівну підлогу та достатній простір для розміщення великогабаритних вузлів.

Великі конструктивні елементи, такі як секції корпусу елеватора, приводна та натяжна станції, слід зберігати на спеціальних підставках або дерев'яних підкладках, щоб запобігти їх контакту з ґрунтом або бетонною підлогою. Тяговий ланцюг рекомендується зберігати у змотаному стані, змащеним антикорозійним мастилом.

Електродвигуни, редуктори та інші відповідальні вузли повинні зберігатися у закритих приміщеннях із контрольованою вологістю повітря. У разі тривалого зберігання необхідно періодично проводити огляд обладнання та оновлення консерваційного покриття.

Дотримання правил демонтажу та зберігання елеватора ЕК-80 дозволяє зберегти справність його вузлів, зменшити витрати на подальший ремонт та забезпечити готовність обладнання до повторного монтажу і експлуатації.

ВИСНОВКИ

У бакалаврській роботі досліджено процес роботи елеватору ковшового ЕК-80.

Наведено загальні відомості про елеватори, їх класифікацію, виокремлено ковшові елеватори.

Подано опис конструкції елеватору ЕК-80, призначення, область застосування та технічна характеристика.

Досліджено конструкцію елеватора ЕК-80. Розраховано параметри ковшів, проведено тяговий розрахунок, розраховано основні параметри. Проаналізовано спосіб розвантаження. Наведено розрахунок величини вантажу для вантажоважільного натягуючого пристрою.