

Центральноукраїнський національний технічний університет

Механіко-технологічний факультет

Кафедра: „Матеріалознавство та ливарне виробництво”

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою МЛВ

к.т.н., доцент

_____ Олександр Кузик

“_____” _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА **за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти**

на тему:

**“Конструювання і розрахунок гвинтового
конвеєра ливарного цеху”**

Виконав здобувач вищої освіти

IV курсу, групи ПМ(ОЛ)-20

спеціальності 131 – «Прикладна механіка»

_____ Бардієр Р.М.

“_____” _____ 2024 р.

Керівник роботи

к.т.н., доцент

_____ Віктор Ломакін

“_____” _____ 2024 р.

Рецензент _____

Факультет	механіко-технологічний
Кафедра	матеріалознавства та ливарного виробництва
Рівень вищої освіти	бакалавр
Галузь знань	прикладна механіка
Спеціальність	131 – Прикладна механіка
Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма	131 – Прикладна механіка

“ ” 2024 p.

прізвище, ім'я, по батькові

1. Тема роботи: “Конструювання і розрахунок гвинтового конвеєра ливарного цеху”, затверджена наказом по університету квітня 2024 р., № _____
 2. Керівник роботи: Ломакін Віктор Миколайович, к.т.н., доцент
 3. Строк подання роботи до захисту: 26.06.2024 р.
 4. Мета кваліфікаційної роботи: виконати конструювання гвинтового конвеєра ливарного цеху
- Завдання роботи: розрахунок гвинтового конвеєра продуктивністю 100 т/год при транспортуванні глини; вибір з'єднуючих муфт
- Креслення: загальний вид гвинтового конвеєра, гвинт.

5. Консультанти по роботі із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Огляд конвеєрів без гнучкого тягового органу	Ломакін В. М.		
Конструювання гвинтового конвеєра	Ломакін В. М.		
Креслення	Ломакін В. М.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Огляд конвеєрів без гнучкого тягового органу		
2.	Конструювання гвинтового конвеєра		
3.	Креслення		
5.	Оформлення пояснювальної записки		
6.	Оформлення рецензії		
7.	Захист кваліфікаційної роботи		

Дата видачі завдання:

“ ” 2024 р.

Підпис керівника

_____ Ломакін В. М.
(прізвище та ініціали)

Підпис здобувача

_____ Бардієр Р. М.
(прізвище та ініціали)

Анотація

стор. 31, рис. 12, бібліографічних назв 2

Гвинтовий конвеєр, глина, гвинт, жолоб, привод, муфта

Кваліфікаційна робота за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти на тему: “Конструювання і розрахунок гвинтового конвеєра ливарного цеху” складається із двох розділів.

В першому розділі виконано критичний огляд конвеєрів ливарного цеху без гнучкого тягового органу.

Згідно з завданням сформульовано мету і задачі кваліфікаційної роботи – виконати конструкторські розрахунки гвинтового конвеєра продуктивністю 100 т/год при транспортуванні глини.

В другому розділі роботи наведено розрахунки частоти обертання гвинта, потужності на валу гвинта, потужності двигуна, передаточного числа редуктора, крутного моменту на валу гвинта, діючої на гвинт осьової сили; по каталогу вибрано електричний двигун в якості силової одиниці привода конвеєра.

Annotation

Page 31, fig. 12, bibliographic titles 2

Screw conveyor, clay, screw, chute, drive, coupling

Qualification work at the first (bachelor's) level of higher education on the topic: "Design and calculation of a screw conveyor for a foundry" consists of two sections.

In the first chapter, a critical examination of foundry conveyors without a flexible traction element was performed.

According to the assignment, the goals and objectives of the qualification work were formulated - to perform design calculations for a screw conveyor with a capacity of 100 t/hour when transporting clay.

The second chapter of the work provides calculations of the propeller rotation speed, power on the propeller shaft, engine power, gear ratio, torque on the propeller shaft, axial force acting on the propeller; according to the catalog, an electric motor was chosen as the power unit of the conveyor drive.

ЗМІСТ

	стор.
Вступ	6
1. Огляд конвеєрів без гнучкого тягового органу	7
1.1. Інерційні конвеєри	7
1.2. Роликові конвеєри	12
1.3. Крокуючі конвеєри	14
1.4. Гвинтові конвеєри	16
1.5. Мета роботи	19
1.6. Завдання роботи	19
2. Конструювання гвинтового конвеєра ливарного цеху	20
2.1. Вихідні дані гвинтового конвеєра	20
2.2. Розрахунок гвинтового конвеєра	20
2.3. Вибір муфт	24
Висновки	58
Література	59
Додатки	61

ВСТУП

Конвеєри є невід'ємною частиною обладнання ливарних цехів, забезпечуючи безперебійне транспортування матеріалів та продукції. У цій роботі розглядається конструювання та розрахунок гвинтового конвеєра, який застосовується в ливарних цехах для транспортування глини. Особливістю таких конвеєрів є відсутність гнучкого тягового органу, що робить їх ефективними та надійними в умовах ливарного виробництва [1, 2].

Інерційний конвеєр є типом конвеєра, що використовує інерційні сили для переміщення матеріалів. Його основними перевагами є простота конструкції, низькі експлуатаційні витрати та надійність. Проте, інерційні конвеєри мають обмежену продуктивність і не підходять для транспортування важких або великих обсягів матеріалів.

Роликовий конвеєр складається з ряду роликів, на яких переміщуються вантажі. Цей тип конвеєра широко використовується завдяки своїй універсальності та здатності обробляти важкі вантажі. До позитивних сторін можна віднести високу продуктивність та надійність, проте вони мають обмеження щодо транспортування сипучих матеріалів та складну конструкцію.

Крокуючий конвеєр функціонує завдяки послідовному переміщенню платформи, що крокує. Це дозволяє точно контролювати переміщення матеріалів, що є великою перевагою в умовах ливарного виробництва. Однак, крокуючі конвеєри мають високу вартість і складну технічну обслугову.

Гвинтовий конвеєр (шнековий конвеєр) використовує обертовий гвинт для переміщення матеріалів уздовж циліндричного жолоба. Основними перевагами гвинтового конвеєра є компактність, простота конструкції, здатність транспортувати сипучі матеріали різної консистенції та можливість роботи у вертикальному та похилому напрямках. Недоліками є обмежена довжина транспортування та необхідність регулярного технічного обслуговування для запобігання зносу та засмічення [2].

Таким чином, в даній роботі основна увага приділяється конструюванню та розрахунку гвинтового конвеєра для транспортування глини в ливарному цеху. Гвинтовий конвеєр є оптимальним вибором для цієї задачі завдяки своїм численним перевагам та можливості адаптації до специфічних умов виробництва.

1. Огляд конвеєрів без гнучкого тягового органу

1.1. Інерційні конвеєри

За принципом дії інерційні конвейєри поділяють на *вібраційні, хитні конвейєри та металні машини*. Переміщення вантажу в них відбувається під дією сил інерції.

У вібраційному конвейєрі жолоб коливається з високою частотою (450...3000 кол./хв) і вантаж переміщується мікрострибками з малою амплітудою (0,5...15 мм). У хитних конвейєрах амплітуда значно більша (10...150 мм), а частота менша (40... 400 кол./хв). Різниця між вібраційним і хитним конвейєрами полягає в характері переміщення вантажу: в першому він відривається від днища жолоба і здійснює мікрополіт, а в другому – сповзає по жолобу. Хитні конвейєри мають суттєві недоліки: швидке спрацювання жолоба та інших деталей внаслідок тертя матеріалу; недостатня надійність; велика неврівноваженість і значні динамічні навантаження; великі металомісткість і енергоємність. Тому в багатьох випадках хитні конвейєри замінюються іншими типами конвейєрів.

Вібраційні конвейєри все більше застосовуються в багатьох галузях виробництва завдяки малому спрацюванню, невеликій витраті енергії, можливості створення зрівноважених конвейєрів, які не передають коливань на фундамент. Вони застосовуються в хімічній, металургійній, гірничій промисловості, в машинобудуванні, у виробництві будівельних матеріалів.

У герметично закритих жолобах можна транспортувати матеріали з високою температурою (500... 1000 °C), а також хімічно агресивні. Інерційні конвейєри бувають *горизонтальні, похилі та вертикальні*.

Продуктивність цих конвейєрів – до 400 м³/год (для живильників — до 3000 т/год); максимальна довжина – до 100 м; максимальна швидкість вантажу – 0,6 м/с для кускових вантажів та 0,2 м/с — для пороховидних.

Схеми підвісних вібраційних конвейерів показано на рис. 1.1: *a* – з електромеханічним приводом на підвісках; *б* – на опорах; *в* – з електромагнітним вібратором.

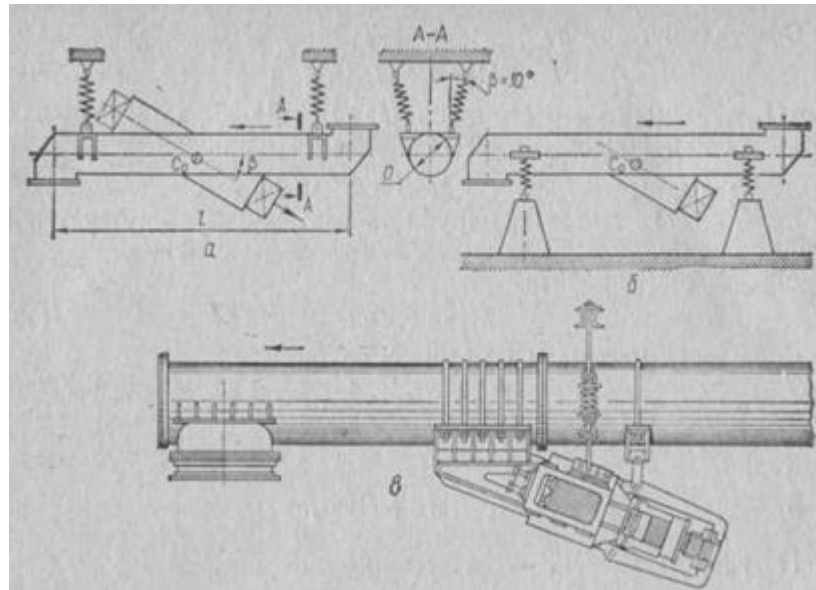


Рис. 1.1. Вібраційні конвеєри

Особливістю вібраційних конвейерів – наявність пружних елементів (ресор, пружин, гумових амортизаторів), які здійснюють спрямований рух жолоба.

Віброконвейєри стійко працюють при завантаженні їх рівномірним потоком вантажу. Окрема група конвейерів – вібраційні живильники (завдовжки до 6...8 м).

Приводами віброконвейерів є вібратори таких типів: інерційні, ексцентрикові, електромагнітні, поршневі (гідравлічні та пневматичні).

Збуджувальна сила в інерційних вібраторах виникає внаслідок обертання двигуном однієї або кількох незрівноважених мас (дебаланс).

Найбільш поширені конвейєри з вібратором спрямованої дії типу «самобаланс». У самобалансному моторі-вібраторі два дебаланси однакової маси (під кутом) зв'язані між собою зубчастими колесами і обертаються в протилежних напрямках з однаковою кутовою швидкістю.

Відцентрові сили інерції однакові за модулем і протилежні за напрямом. Горизонтальні складові рівні і мають протилежні напрями, тобто вони взаємно зрівноважені, що є важливою перевагою цього вібратора порівняно з іншими.

Вертикальні складові сил мають однакові напрями і в сумі утворюють коливання труби (жолоба) конвейєра.

У однотактному вібраторі якір притягується електромагнітом в один бік, а в інший він рухається за рахунок пружних елементів. Схему однотактного електромагнітного вібратора наведено на рис. 1.2.

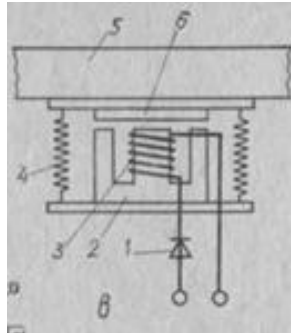


Рис. 1.2. Однотактний електромагнітний вібратор

Він складається з якоря 6 електромагніту, прикріпленого до жолоба 5 і з'єднаного з магнітопроводом 2 пружними зв'язками 4. Котушка 3 намотана на магнітопровід і живиться від мережі змінного струму через однопівперіодний випрямляч 1.

Збуджувальна сила, яка надає системі коливального руху, з'являється внаслідок виникнення змінного магнітного потоку в повітряному зазорі електромагніту. Жолоб коливається з частотою 3000 кол./хв. Застосовують ці вібратори для невеликих конвейєрів і в живильниках.

Для конвейєрів великої продуктивності застосовують двотактні електромагнітні вібратори (рис. 1.3).

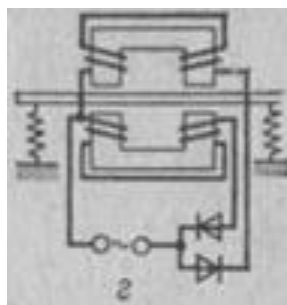


Рис. 1.3. Двотактний електромагнітний вібратор

Магнітопровід електромагніту має чотири котушки: у дві подають постійний струм, у дві інші – змінний. При проходженні постійного і змінного струму в статорі збуджуються постійні і змінні магнітні потоки, які надають якорю зворотно-поступального руху (коли верхній якор притягується до статора, нижній відштовхується, і навпаки). Подвійна система коливання вібропривода підвищує коефіцієнт потужності і дає змогу регулювати збуджувальну силу в широких межах.

Пружні зв'язки виконано у вигляді пакета ресор, який є пружним елементом між вібратором і жолобом конвейєра. Двотактні вібратори застосовують для конвейєрів продуктивністю 50... 650 т/хв при потужності вібраторів 0,5...8кВт, амплітуді 0,625... 1,25 мм і частоті коливань 3000 кол./хв.

У поршневих вібраторах збуджувальна сила (пульсація) виникає від тиску рідини або повітря на поршень. Частіше застосовують вібратори, в яких рідина подається на поршень поперемінно – то праворуч, то ліворуч.

Електровібраційний двомасовий конвейєр (рис. 1.4) складається з двох труб 1, закріплених за допомогою важелів 2 на стояках 4, які спираються на раму 5, і привода 6 з ексцентриком 9, шатуном 8 і амортизатором 7. Пружним елементом конвейєра є плоскі ресори 3. У довгих конвейєрах установлюють кілька електровібраторних приводів, які працюють синхронно.

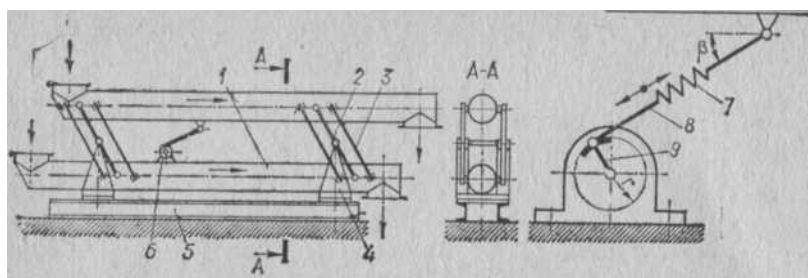


Рис. 1.4. Двотрубний віброконвеєр

Закон руху жолоба вібраційного конвейєра повинен бути таким, щоб вантаж переміщувався вперед не тільки при прямому, а й при зворотному ході жолоба. Жолоб починає прямий хід із зростаючим сповільненням. Швидкість частки матеріалу збільшується, тиск на жолоб зменшується, і в певний момент тиск

дорівнює нулю, частка відривається від жолоба і здійснює послідовні мікрострибки без ковзання по жолобу. Коливання жолоба гармонічне.

У вертикальних вібраційних конвейєрах (рис. 1.5) вантаж транспортується по хиткій гвинтовій поверхні вгору. Вібраційний конвейєр-елеватор складається з циліндричного каркаса, зовні (або на внутрішній стороні) якого закріплено спіральний жолоб; вібратор передає конвейєру поздовжні та крутильні коливання, що забезпечують піднімання вантажу вгору по жолобу. Вертикальні конвейєри бувають опорної (рис. 1.5, *а*) та підвісної (рис. 1.5, *б*) конструкцій. Висота підйому вантажу до 12 м, продуктивність до 40 т/год, кут підйому спіралі $\alpha = 4...10^\circ$

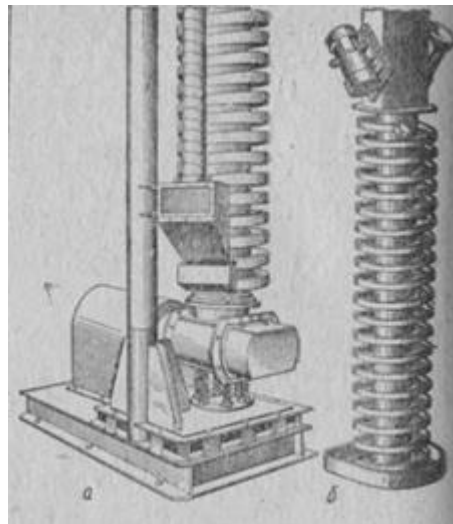


Рис. 1.5. Вібраційний конвеєр-елеватор

1.2. Роликові конвеєри

Роликові конвейєри застосовують для переміщення поштучних вантажів (труби, колоди, піддони, контейнери, ящики, лантухи, прокат, зливки, плити, окремі деталі) в горизонтальному або похилому (під невеликим кутом) напрямі в різних виробництвах, на складах та ін. Такі конвейєри часто використовують у виробничих цехах для забезпечення відповідних технологічних процесів. У прокатному виробництві роликові конвейєри – це основний тип конвейєрів для транспортування гарячого прокату. Конвейєри складаються з роликів, змонтованих на жорсткій рамі. Ролики виготовляють із труб і встановлюють на підшипниках качення. У прокатних станах, де ролики зазнають ударів металу, застосовують ковані ролики.

Роликові конвейєри поділяють на *неприводні (гравітаційні)* та *приводні*. Для забезпечення руху вантажу під дією власної ваги по неприводних роликах (рис. 1.6, а) гравітаційні конвейєри встановлюють під невеликим кутом $2...7^\circ$; при транспортуванні м'яких вантажів (наприклад лантухів) кут становить 12° .

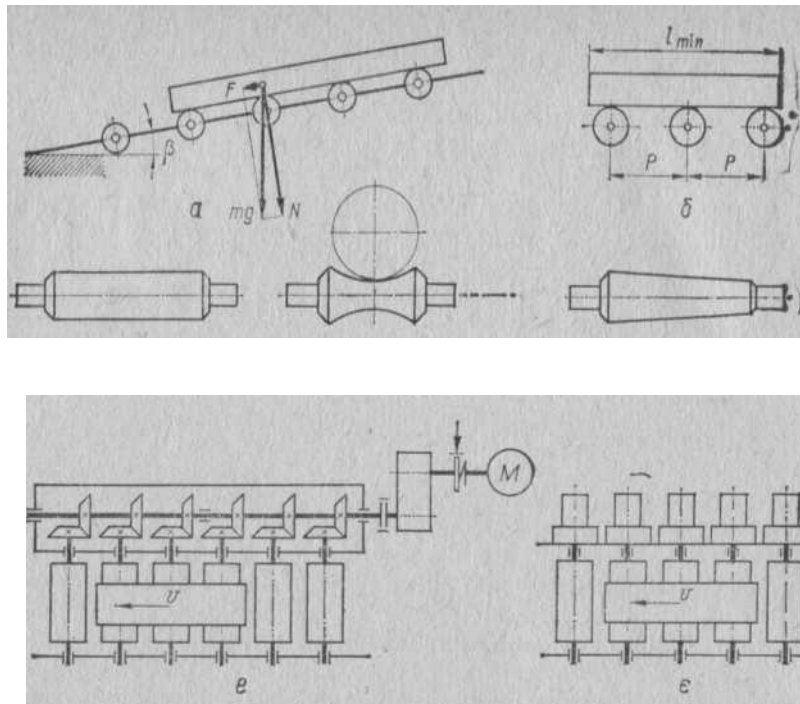


Рис. 1.6. Роликові конвеєри

Швидкість руху вантажу в кінці конвейєра залежить від кута нахилу, характеру вантажу, коефіцієнта тертя і не повинна перевищувати допустиму з точки зору збереження вантажів і безпеки праці. Для економії виробничих площ при великій висоті спуску вантажу застосовують гвинтові роликові спуски. Крок роликів приймається рівномірним (рис. 1.6, б).

За конструкцією ролики бувають (рис. 1.6): *циліндричні (в)*, *двоконусні* для циліндричних вантажів (г) та *конусні* для поворотних ділянок конвейєра (д). Виготовляють ролики з товстостінних труб, а ролики важких типів – кованими.

Приводи конвейєрів поділяють на *групові* (рис. 1.6. е) та *індивідуальні* на кожен ролик (рис. 1.6. є). При груповому приводі ролики обертаються від привода через конічні передачі на трансмісійному валу. Більш досконалим є індивідуальний привод, який складається з фланцевого двигуна і компактного редуктора (він має більшу надійність, меншу металомісткість). Траса роликових конвейєрів у плані має прямолінійні та криволінійні відрізки.

У практиці нерідко бувають випадки раптової затримки рухомого вантажу внаслідок упирання в бокові напрямні або у вантаж, який розміщується попереду. При цьому відбувається буксування, пов'язане з додатковими навантаженнями, які повинен подолати двигун, а також із динамічними моментами в приводі при ударі мас.

1.3. Крокуючі конвеєри

Крокуючі конвеєри належать до найефективнішого транспортного обладнання циклічної дії. Конвеєр переміщує крупні вантажі на один крок уперед через однакові проміжки часу вздовж технологічної лінії виробництва.

Конвеєри обслуговують ливарні, складальні, механічні та термічні цехи машинобудівної, суднобудівної, авіаційної та інших галузей промисловості. Крокуючі конвеєри встановлюються на рівні підлоги цеху і легко вмонтовуються в автоматичні лінії в умовах малосерійного і одиничного виробництва.

У крокуючих конвеєрах вантаж переміщується в двох площинах: горизонтальній – зворотно-поступальний рух робочого органу та вертикальній – піднімання опускання. Цикл руху складається з чотирьох етапів: піднімання рами з вантажем, робочий хід, опускання рами з вантажем і зворотний хід рами без вантажу.

Застосовують електромеханічні, гідравлічні та комбіновані приводи.

Залежно від призначення крокуючі конвеєри мають різні конструкції. На рис. 1.7, *а* наведено схему крокуючого конвеєра, в якому чергуються пиловидні нерухомі 1 і рухомі 2 пластини. Завдяки зворотно-поступальному руху пластин угору і вниз вантаж переміщується відносно нерухомих пластин за кожен хід рухомих пластин.

На рис. 1.7, *б* показано конвеєр з гідравлічними механізмами підйому 13 і переміщення рами 2 завдяки важелю 7. При русі поршня циліндра 11 рейка 10, яка прикріплена до штока 9, приводить шестерню 8, на валу якої насаджені шестерні 6, що входять у зачеплення з рейками 5 і піднімають раму 2 одночасно з горизонтальним переміщенням по опорних роликах 4.

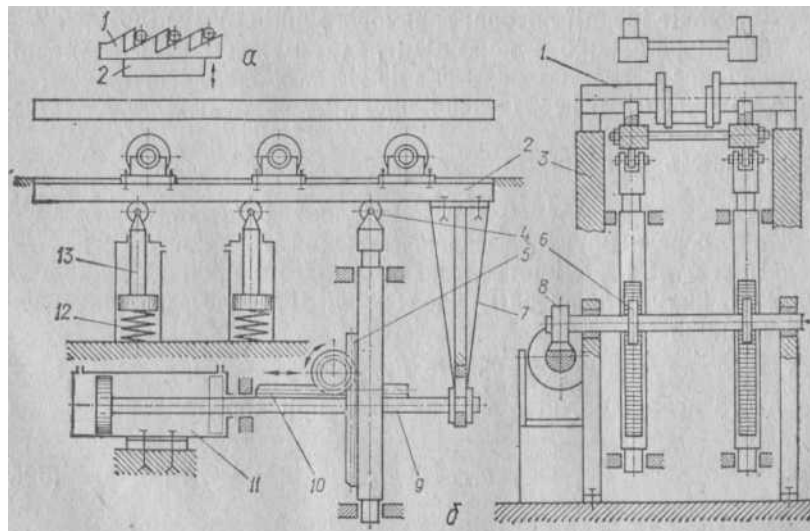


Рис. 1.7. Крокуючі конвеєри

При цьому вантаж 1 знімається з нерухомої рами 3 і переміщується на один крок уперед. Від кінцевих вимикачів ходу поршня циліндра штокова порожнина підйомних циліндрів 13 перемикається зі злива на нагнітання рідини, і поршень, стискуючи пружину 12, опускає раму 2 з вантажем 1 на нерухому раму 3. У кінцевому нижньому положенні рама 2 вмикає кінцевий вимикач механізму переміщення і робоча рідина знову надходить у безштокову порожнину циліндра 11. Цикл повторюється. Пружина 12 служить для піднімання рами при зніманні тиску у циліндрі.

Завантаження і розвантаження крокуючих конвейерів здійснюються кранами, навантажувачами або роликowymi конвейєрами. Довжина конвейєра досягає 100 м, маса одиничного вантажу – до 8 т, швидкість переміщення вантажу – до 0,1 м/с.

Крокуючий конвейєр має переваги порівняно з іншими типами конвейєрів. Наприклад, використання їх у ливарних і складальних цехах замість візкових конвейєрів сприяє підвищенню продуктивності на 15...20 % при меншій (у 1,6...2 рази) металомісткості, різкому скороченню виробничих площ.

Приводи механізмів крокуючих конвейєрів працюють у важких динамічних режимах пуску і гальмування. Тому, крім силових розрахунків, треба перевіряти їх на швидкодію, оскільки тривалість кожного етапу роботи впливає на продуктивність конвейєра.

1.4. Гвинтові конвеєри

Гвинтові конвеєри застосовують для переміщення на невеликі відстані пороховидних і зернистих насипних матеріалів (цемент, вапно, молота глина, вугільний штиб, гіпс та ін.), а також тістоподібних і в'язких (бетон, мокра глина та ін.) в горизонтальному і рідше в похилому і вертикальному напрямках.

Гвинтові конвеєри в таких машинах, як розчино- та бетонозмішувачі безперервної дії, виконують одночасно технологічну і транспортну функції. Іноді їх використовують як живильники, наприклад у навантажувальних та інших машинах. За напрямом руху матеріалу гвинтові конвеєри бувають горизонтальні та вертикальні.

Переваги гвинтових конвеєрів: простота конструкції, просте обслуговування; надійність у роботі; герметичність, оскільки вантаж розміщується у закритому жолобі; невеликі габаритні розміри; розвантаження можна здійснювати в будь-якому місці конвеєра. Недоліки: часткове дрібнення крихкого матеріалу; підвищені витрати енергії внаслідок тертя вантажу по жолобу та лопаті гвинта; порівняно невелика продуктивність (до 200 м³/год); мала довжина транспортування на один привод (до 75 м).

Гвинтовий конвеєр (рис. 1.8) складається з нерухомого жолоба 7 з напівциліндричним днищем, вала 8 із закріпленням на ньому гвинтом 9 і привода 1. Вал змонтовано в кінцевих 2, 6 і проміжних 4 підшипниках, які підвішені до поперечних планок жолоба. В одній з кінцевих опор гвинта встановлено упорний підшипник, який сприймає поздовжні зусилля у гвинті. Жолоб закритий кришкою 3; в деяких конструкціях передбачено пісковий затвор. Насипний матеріал подається через люк у кришці 5 і переміщується гвинтом по жолобу до розвантажувальних воронки – проміжної 10 або кінцевої 11, перекритих шиберними затворами. Жолоб складається з окремих секцій довжиною 2 і 4 м, виготовлених із листової сталі товщиною 3...6 мм.

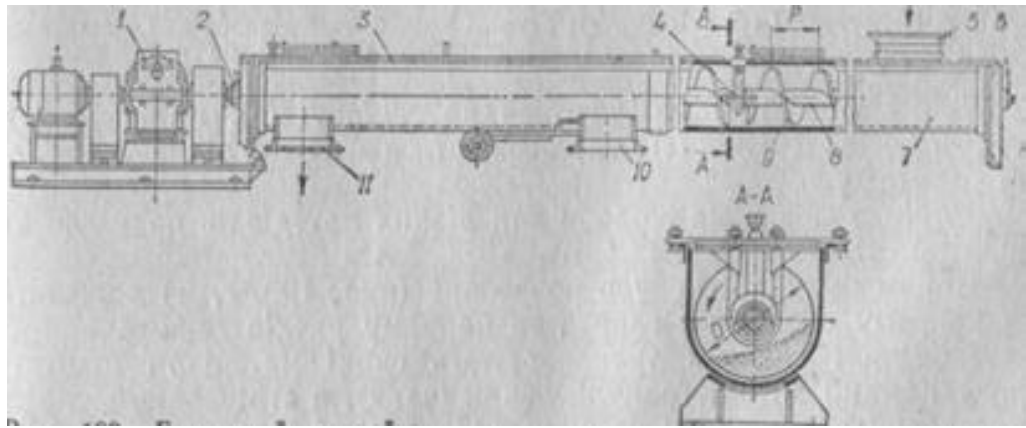


Рис. 1.8. Гвинтовий конвеєр

За кількістю спіралей гвинти бувають одно-, дво- та тризахідні з правим і лівим напрямом навівки. Продуктивність багатозахідних гвинтів вища, ніж однозахідних.

Гвинти (рис. 1.9) поділяються на *суцільні (а)*, *стрічкові (б)*, *фасонні (в)* та *лопатеві (а)* і застосовуються залежно від виду насипного вантажу.

Ступінь заповнення жолоба для різних матеріалів показано на рис. 1.9, д.

Напрямок руху вантажу в конвеєрі (рис. 1.9, е, є) залежить від напрямку обертання гвинта та напрямку витків гвинта.

Суцільним гвинтом транспортують сипкі матеріали (цемент, крейду, сухий пісок, гранульований шлак), а стрічковим – дрібнокускові (гравій, шлак негранульований). У останнього продуктивність на 20...30 % менша, ніж у суцільного. Тістоподібні та мокрі матеріали транспортують фасонними або лопатевими гвинтами. Гвинт складається з окремих секцій довжиною 1,5...3 м і встановлюється в упорний підшипник з одного боку, а для реверсивних конвеєрів – з двох боків. Стики секцій і гвинтів не повинні збігатися. Діаметр конвеєрного гвинта становить 100...800 мм. Привод редукторний і складається з електродвигуна, редуктора і муфт.

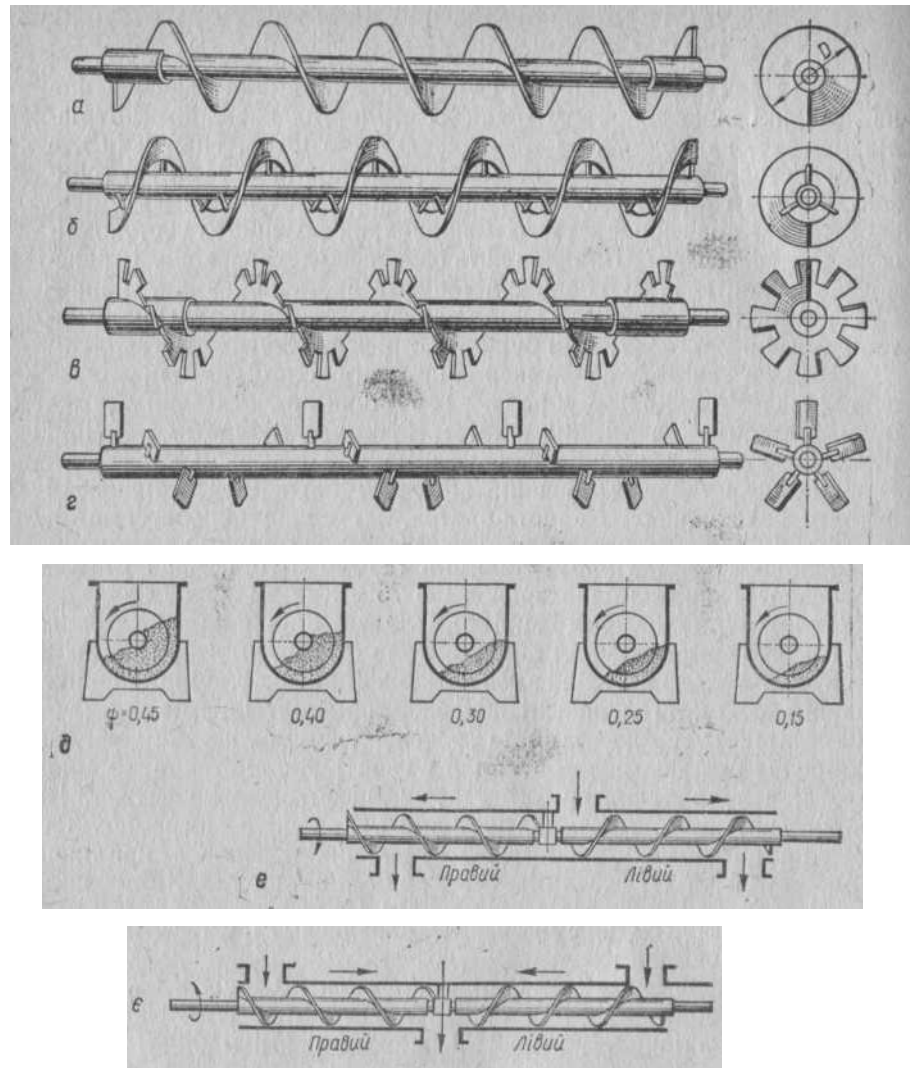


Рис. 1.9. Конструкції гвинтів

Завантаження виконується крізь люк у кришці жолоба. Розвантаження може відбуватися в різних точках по довжині конвейєра через шиберний затвор.

Редуктор привода з'єднано з валом гвинта зрівняльною муфтою, а вал двигуна з редуктором – пружною муфтою. Жолоб виготовлено із сталевих листів товщиною 3...6 мм; для транспортування абразивних і гарячих (до 200 °С) матеріалів застосовують чавунні жолоби.

Для деяких сипких матеріалів (наприклад, цементу) можна використовувати також горизонтально-вертикальні гвинтові конвейєри (рис. 1.10) висотою до 15 м. Рух вантажу відбувається за рахунок сил тертя між матеріалом і кожухом під дією відцентрових сил. Для живлення і підпору матеріалу вертикального конвейєра знизу встановлюють гвинтовий горизонтальний конвейєр.

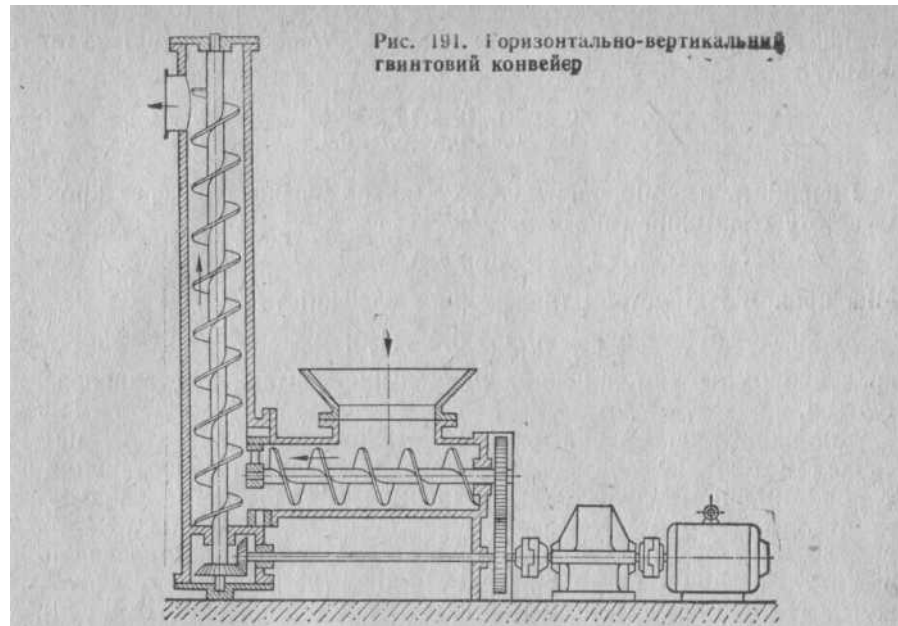


Рис. 1.10. Горизонтально-вертикальний гвинтовий конвеєр

Потужність на валу гвинта витрачається на тертя матеріалу по жолобу та поверхні лопатей гвинта, піднімання вантажу при похилому конвейєрі, на подолання опору в проміжних і кінцевих підшипниках, на тертя та помел часток матеріалу, який потрапляє в зазор між гвинтом і жолобом.

1.5. Мета роботи

Метою кваліфікаційної роботи є конструювання гвинтового конвеєра ливарного цеху продуктивністю 100 т/год при транспортуванні глини.

1.6. Завдання роботи

Завданням кваліфікаційної роботи є розрахунок гвинтового конвеєра продуктивністю 100 т/год при транспортуванні глини; вибір з'єднуючих муфт.

2. Конструювання гвинтового конвеєра ливарного цеху

2.1. Вихідні дані гвинтового конвеєра

Продуктивність $\Pi=100$ т/год;

Довжина шляху транспортування $L=55$ м;

Кут нахилу $\beta=16^\circ$, транспортуємий вантаж – глина $\gamma=0,8$ т/м³

2.2. Розрахунок гвинтового конвеєра

Гвинтовий конвеєр з умовами роботи наведено схематично на рис. 1.11

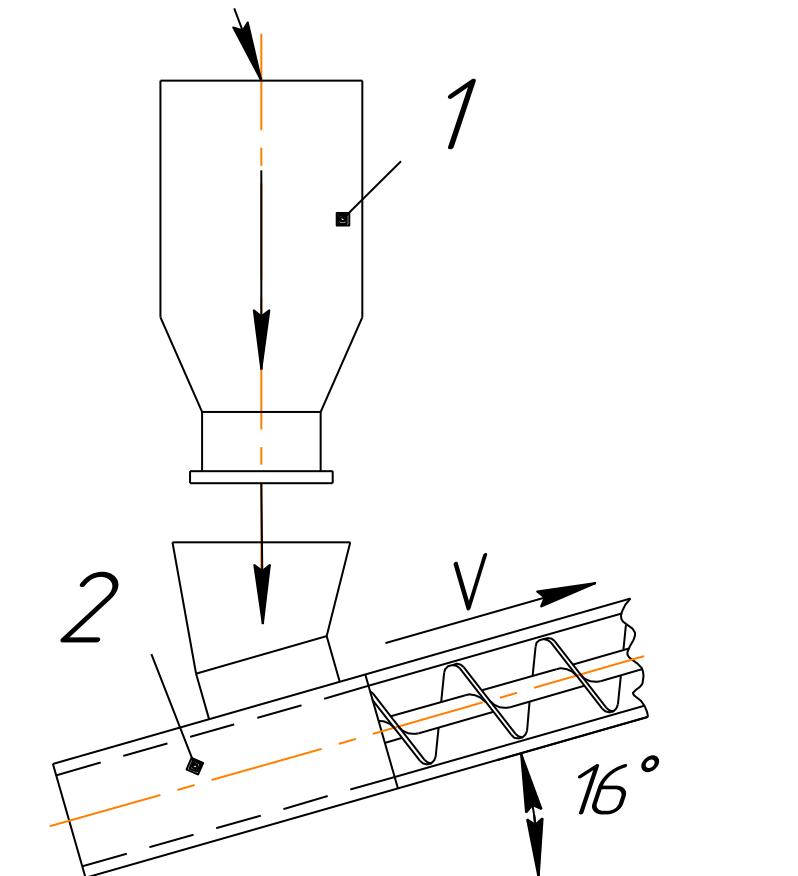


Рис. 2.1. Схема гвинтового конвеєра

1 – бункер;

2 – гвинтовий конвеєр

Продуктивність гвинтового конвеєра:

$$\Pi = 60 \frac{\pi D^2}{4} t n_8 \gamma \psi C_\beta \quad (2.1)$$

де D – діаметр гвинта, $D=100\dots800$ мм

t – крок гвинта, мм

n_8 – частота обертання гвинта, хв.^{-1}

Ψ - коефіцієнт заповнення поперечного перерізу жолоба;

C_β - коефіцієнт, що залежить від кута нахилу конвеєра.

Крок гвинта вибираємо в залежності від властивостей транспортуємого вантажу:

$t = (0,5 \dots 1,0)D$; більше значення кроку – для легких матеріалів.

Для попереднього розрахунку приймаємо $D=710$ мм

Для транспортування глини:

$$t = 0,795 \cdot 710 = 564,4 \text{ мм} = 0,564 \text{ м}$$

Найбільшу частоту обертання гвинта визначаємо по емпіричній формулі:

$$n_{\text{в.мах}} = \frac{A}{\sqrt{D}} = \frac{45}{\sqrt{0,71}} = 53,4 \text{ хв}^{-1} \quad (2.2)$$

Приймаємо попередньо $n_8=38 \text{ хв}^{-1}$

Для глини значення коефіцієнтів $A=45$ і $\Psi=0,25$.

Для кута нахилу $\beta=16^\circ$ вибираємо $C_\beta=0,7$ по [1].

При прийнятих параметрах перевіряємо значення продуктивності:

$$\Pi = 60 \frac{3,14 \cdot 0,71^2}{4} \cdot 0,5644 \cdot 53,4 \cdot 0,8 \cdot 0,25 \cdot 0,7 = 101,1 \text{ т/год}$$

Таким чином, повторний розрахунок не потрібний.

Діаметр гвинта по крупності транспортуємого вантажу повинен забезпечувати умову:

$$D \geq (10 \dots 12) Q_{max} \text{ — для сортированих}$$
$$D \geq (4 \dots 6) Q_{max} = 6 \cdot 100 = 600 \text{ мм}$$

Потужність на валу гвинта

$$N_0 = \frac{n_{yp}}{367} (L\omega_0 \pm H) = \frac{1,2 \cdot 100,1}{367} \cdot (55 \cdot 2,5 + 3,48) = 46,17 \text{ кВт} \quad (2.3)$$

де $n_y = 1,2$ – коефіцієнт запасу

$\omega_0 = 2,5$ - коефіцієнт опору рухові

Потужність двигуна:

$$N_p = \frac{N_0}{\eta_m} = \frac{46,17}{0,85} = 54,31 \text{ кВт} \quad (2.4)$$

По каталогу вибираємо електродвигун асинхронний серії 4АН200, з технічною характеристикою:

$$n = 1450 \frac{\text{об}}{\text{хв}};$$

$$N = 55 \text{ кВт}$$

$$\frac{M_{\max}}{M_{\min}} = 2,2$$

$$\frac{M_{\text{пуск}}}{M_{\text{ном}}} = 1,2$$

Передаточне число редуктора

$$U_p = \frac{n}{n_8} = \frac{1450}{53,4} = 27,15 \quad (2.5)$$

По каталогу вибираємо редуктор

$$\text{РИД} - 650, з \quad U_p = 28,57.$$

Уточнюємо число обертів гвинта

$$n_{\text{гв}} = \frac{n}{U_p} = \frac{1450}{28,57} = 50,75 \text{ хв}^{-1} \quad (2.6)$$

Крутний момент на валу гвинта

$$M_{\text{кр}} = 975 \frac{N_a}{n_{\text{гв}}} = 975 \frac{46,17}{50,75} = 887 \text{ кгс} \cdot \text{м} \quad (2.7)$$

Діюча на гвинт осьова сила

$$P_o = \frac{M_{\text{кр}}}{r_o \text{tg}(\alpha + \rho)} = \frac{887}{0,266 \text{tg}(18,62 + 36,86)} = 2297,92 \text{ кгс} \quad (2.8)$$

де r_o – радіус, на якому прикладена осьова сила,

$$r_o = (0,7 \dots 0,8) \frac{D}{2} = 0,75 \frac{0,7}{2} = 0,266 \text{ м}; \quad (2.9)$$

α - кут підйому гвинтової лінії

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{t}{2\pi r_o} = \frac{0,5644}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,266} = 0,337 \quad (2.10)$$

$$\alpha = 18^\circ 62'$$

ρ - приведений кут тертя вантажу, що переміщується об поверхню гвинта

Для глини $\operatorname{tg} \rho = f = 0,75$

Звідси $\rho = 36^\circ 86'$.

2.3. Вибір з'єднуючих муфт

Розрахунок і вибір з'єднуючих муфт ведуть по розрахунку моменту M_p

$$M_p = K_p \cdot M \quad (2.11)$$

де K_p – коефіцієнт режиму роботи

$$K_p = 1,25 \dots 1,5;$$

$$M = \frac{N}{\omega} \quad (2.12)$$

де N – потужність двигуна, Вт

$$\omega = \frac{\pi n}{30} \quad (2.13)$$

де n – частота обертання швидкохідного валу хв^{-1}

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 580}{30} = 60,7.$$

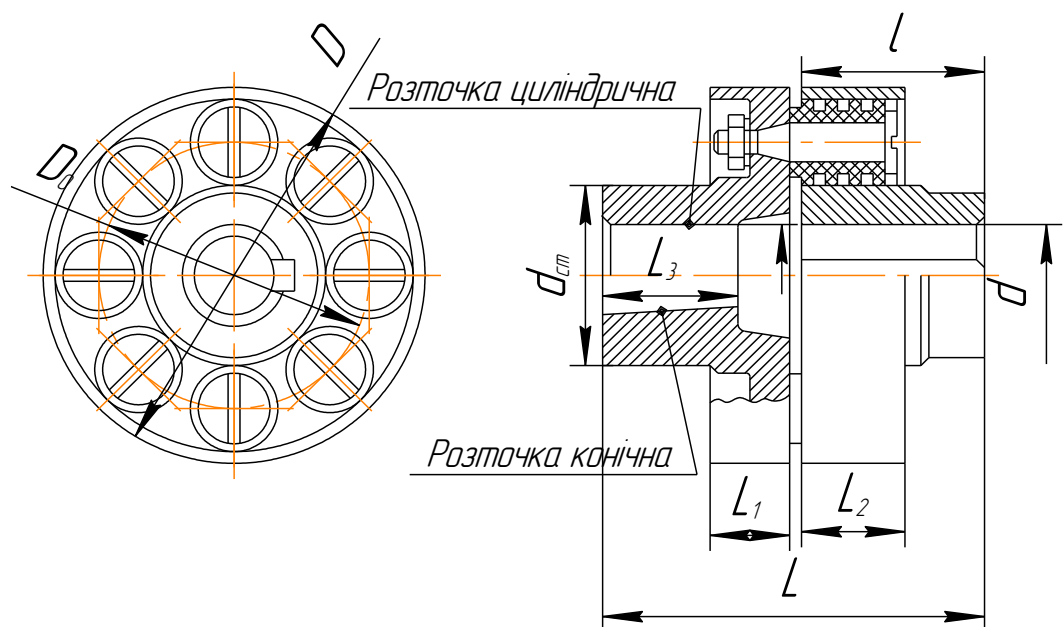


Рис. 2.2. Муфта пружна втулочно – пальцева

Розрахунковий момент на вхідному валу редуктора:

$$M_1 = \frac{N'_1}{\omega} = \frac{60000}{60,7} = 988,46 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.14)$$

Частота обертання вихідного валу:

$$n = \frac{n_{\text{дв}}}{U_p} = \frac{580}{24,9} = 23,393 \text{ хв}^{-1} \quad (2.15)$$

Кутова швидкість:

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{3,14 \cdot 23,293}{30} = 2,438 \text{ рад/с} \quad (2.16)$$

Потужність на вихідному валу.

$$N_{8,5} = N_8 \eta_{\text{заг}} = 66 \cdot 0,663 = 43,758 \text{ кВт} \quad (2.17)$$

де $\eta_{\text{заг}} = 0,663$ – загальний ККД привода

$N_{\text{д}}$ – потужність електродвигуна

$$M_2 = \frac{N_{8,5}}{\omega} = \frac{43758}{2,438} = 17933,6 \text{ Вт} \quad (2.18)$$

Розрахунковий момент на вхідному валу редуктора

$$M_p = K_p \cdot M_1 = 1,35 \cdot 988,46 = 1334,42 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.19)$$

Для вхідного валу редуктора вибираємо втулично-пальцеву муфту №2 з максимальним крутним моментом

$$M_p = 1400 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Для вихідного валу крутний момент рівний

$$M_{p2} = K_p M_2 = 1,25 \cdot 17933,6 = 22417 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.20)$$

Вибираємо для вихідного валу втулично-пальцеву муфту №8 з максимальним моментом

$$M_p = 23600 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Загальний вид спроектованого гвинтового конвеєра продуктивністю 100 т/год при транспортуванні глини показано на кресленні ПМ – 131.24.06.02.01.00.00 ВЗ. Гвинт конвеєра показано на кресленні ПМ – 131.24.06.02.02.00.00 КС.

Висновки

В першому розділі виконано критичний огляд конвеєрів ливарного цеху без гнучкого тягового органу.

Згідно з завданням сформульовано мету і задачі кваліфікаційної роботи – виконати конструкторські розрахунки гвинтового конвеєра продуктивністю 100 т/год при транспортуванні глини.

В другому розділі роботи наведено конструкторські розрахунки для забезпечення продуктивності гвинтового конвеєра на рівні 100 т/год при транспортуванні глини, зокрема, частота обертання гвинта конвеєра становить $53,4 \text{ хв}^{-1}$, потужність на валу гвинта становить 46,17 кВт, потужність двигуна становить 54,31 кВт, передаточного числа редуктора становить 27,15, крутний момент на валу гвинта становить 887 кгс · м, діюча на гвинт осьова сила становить 2297,92 кгс; по каталогу вибрано електричний двигун асинхронної серії 4АН200 в якості силової одиниці привода конвеєра, редуктор РИД – 650, з $U_p = 28,57$, та з'єднувальні муфти: для вхідного валу редуктора – втулично-пальцева муфта №2, для вихідного валу редуктора втулично-пальцева муфта №8.

Література

1. Іванченко Ф.К. Підйомно-транспортні машини: Підручник. – К.: Вища шк., 1993. – 413 с.
2. Сумцов В. П. Устаткування ливарних цехів. – К.: ІСДО, 1993. – 552 с.