

НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ім. М.Є. ЖУКОВСЬКОГО
«ХАРКІВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»

Факультет літакобудування

Кафедра автомобілів та транспортної інфраструктури

Пояснювальна записка
до дипломної роботи
магістра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему Модернізація робочого обладнання
автомобільного крану КС 35714-10

ХАІ.107.163т.22О.274.9622653 ПЗ

Виконав: студент 6 курсу групи № 163т
Спеціальності

274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Освітня програма «Автомобілі та
автомобільне господарство»

Бурма М.

Керівник: Доля К.

(прізвище й ініціали)

(підпис, дата)

Рецензент: _____

(прізвище й ініціали)

(підпис, дата)

(прізвище й ініціали)

(підпис, дата)

Харків – 2022

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 94 с., 12 рис., 3 табл., 12 джерел.

Об'єкт дослідження – модернізація робочого обладнання автомобільного крану.

Мета роботи – вдосконалення конструкції крану за допомогою грейфера.

У першому розділі проекту розглянуто технічне обґрунтування теми дипломного проекту.

У другому розділі представлено загальний розрахунок крану: вибір форми щелеп, процес опускання канатного грейфера на матеріал, перевірка стійкості крана з грейфером.

У третьому розділі розрахунок одноканатного грейфера.

У четвертому розділі технологічна частина. Визначана кількість річного обсягу деталей, вибір способу одержання деталей, визначення норми часу та кваліфікації робітників

У п'ятому розділі розглянуто економічний розділ. Розрахунок капітальних витрат за різними варіантами. Розрахунок річної продуктивності крана.

У шостому розділі правила безпеки при роботі краную. Вплив пилу на людину, особливості роботи у зимовий час, забезпечення безпеки роботи машини з грейфером.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ	7
1.1 Сучасний стан та тенденції розвитку вантажопідйомної техніки.....	7
1.2 Патентний пошук.....	9
1.3 Характеристика базової машини	11
2 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗРАХУНОК КРАНА З ГРЕЙФЕРОМ	14
2.1 Вибір форми щелеп	14
2.2 Процес опускання канатного грейфера на матеріал.....	15
2.3 Перевірка стійкості крана з грейфером	16
2.3.1 Випробовувальна стійкість.....	16
2.3.2 Коефіцієнт вантажної стійкості	17
3 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ГРЕЙФЕРУ	24
3.1 Сили, що діють на грейферний механізм у процесі зачерпування	24
3.2 Розрахунок одноканатного грейфера	25
4 ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ	53
4.1 Визначення річного обсягу випуску деталей, розмір партії деталей та типу виробництва.	53
4.2 Обґрунтування способу одержання заготовлі.....	53
4.3 Визначення розміру припусків на обробку поверхонь.....	54
4.4 Визначення режимів обробки заготовлі.....	55
4.5 Визначення норми часу та кваліфікації робітників	62
5 РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ	66
5.1 Загальні положення.....	66
5.2. Розрахунок капітальних витрат за варіантами, що порівнюються.....	67
5.3. Розрахунок річної експлуатаційної продуктивності машин за порівнюваними варіантами.....	67
6 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ ВАНТАЖПІДЙОМНОГО КРАНА З ГРЕЙФЕРОМ	78
6.1 Характеристика небезпечних та шкідливих факторів роботи машини	78
6.2 Вплив пилу на організм людини	82
6.3 Встановлення безпечних швидкостей руху машин та їх деталей.....	83

6.4	Обов'язки обслуговуючого персоналу	84
6.5	Особливості експлуатації у зимовий час	85
6.6	Забезпечення безпеки роботи машини з грейфером	87
	ВИСНОВОК	90
	ДОДАТОК А.....	91
	СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	95

ВСТУП

Збільшення обсягів та зростання темпів промислового та цивільного будівництва в нашій країні, передбачені основними напрямками розвитку народного господарства, потребують постійного вдосконалення засобів механізації удівельних та монтажних робіт.

Механізація будівельно-монтажних і вантажно-розвантажувальних робіт в даний час здійснюється спеціальними системами машин, що забезпечують високі темпи та індустріальні методи виконання робіт. Одними з основних машин у таких системах є підйомно-транспортні машини, до яких пред'являються такі вимоги:

- Велика маневреність і незалежність пересування у межах тієї чи іншої будівельного майданчика, а й з-поміж них;
- Можливість використання на різних видах робіт;
- Мінімальні обсяги та трудомісткість з монтажу та демонтажу самої машини, з підготовки майданчиків для її експлуатації, а також перебазування з об'єкта на об'єкт.

Перерахованим вимогам найбільш повно відповідають автомобільні стрілові самохідні крани загального призначення, у тому числі стріловим телескопічною або висувною стрілою та баштово-стріловим обладнанням. Тому ці машини є провідними під час виробництва багатьох монтажних, вантажно-розвантажувальних та інших робіт на будівництві. В різних галузях виробництва автомобільні стрілові крани становлять близько 4/5 всього парку стрілових самохідних кранів. Випуск автомобільних самострілних стрілових кранів зростає великими темпами.

Великими серіями випускалися крани вантажопідйомністю 4-16 т, оснащені різними видами стрілового та баштово-стрілового обладнання: КС-1562А, КС-2561Д та КС-2561Е, КС-3561А, КС-3562А з гідравлічним приводом.

Спеціальні конструкторські бюро міністерств і заводів ведуть роботу з подальшого вдосконалення машин, що серійно випускаються, підвищення їх техніко-економічних показників, поліпшення умов праці машиністів.

У процесі модернізації машин підвищується їх вантажопідйомність, опорно-поворотні пристрої, кабіни та інші вузли. Велика увага приділяється вдосконаленню систем керування, зручності роботи в кабінах кранів, полегшенню проведення

технічного обслуговування та ремонту. Розробляються нові види змінного робочого обладнання, що вимагають монтажу та демонтажу мінімальних витрат ручної праці.

Застосування телескопічних стріл з гідравлічним приводом підйому стріли та висування її секцій, а також гідравлічних виносних опор значно скорочує час приведення кранів у виконання окремих операцій з переміщення вантажу.

Машини оснащуються різними датчиками контролю вантажопідйомності, опускання і підйому каната, гідравлічними виносними опорами, спеціальними вантажозахоплювальними органами.

Найважливішою умовою підвищення економічної ефективності застосування кранів є підвищення професійної майстерності та культурно-технічного рівня кадрів, які обслуговують машини.

1. ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

1.1 Сучасний стан та тенденції розвитку вантажопідйомної техніки

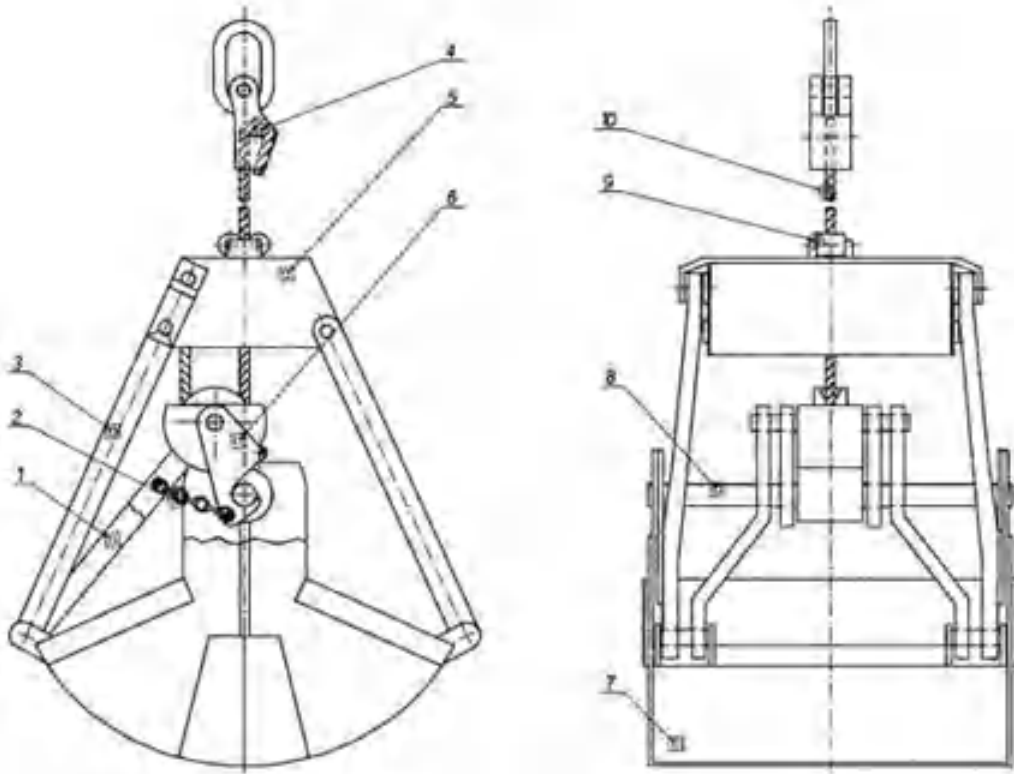
Однією з найбільш трудомістких операцій, що виконуються вантажопідйомною машиною, є завантаження її вантажонесучого органу заданою кількістю матеріалу. Для сипких матеріалів це завдання найкраще вирішується застосуванням грейферних механізмів (див. малюнок 1.1.), у яких процес завантаження йде автоматично. При експлуатації вантажопідйомних машин, оснащених грейферами раціональних конструкцій та параметрів, їх продуктивність значно підвищується.

Грейферні крани широко застосовують при вантажно-розвантажувальних роботах, у промисловості та на транспорті, а також для спеціальних технологічних цілей - проходки вертикальних стовбурів шахт, підйому підірваної породи. У будівництві грейфери застосовують на земляних роботах (при копанні глибоких ям), для подачі інертних матеріалів у бункери бетонних заводів та при вантажно-розвантажувальних роботах на складах.

Грейфери застосовують для переміщення великих мас круглих лісоматеріалів на підприємствах лісової, деревообробної та целюлозно-паперової промисловості, лісових складах вугільних шахт, лісоперевалочних базах і т.д. Спроектвані та вводяться в експлуатацію грейферні механізми для круглого лісу.

В Нині грейферні механізми завойовують нові галузі застосування у промисловості та транспорті, дозволяючи механізувати і автоматизувати процеси навантаження і розвантаження матеріалів.

Технічним результатом винаходу є можливість використання даної конструкції одноканатного грейфера як змінного обладнання до кранів, можливість швидкого навішування грейфера, що розширює технологічні можливості. Крім того, конструкція одноканатного грейфера проста в керуванні та надійна у роботі.



Малюнок 1.1 - Одноканатний грейфер:

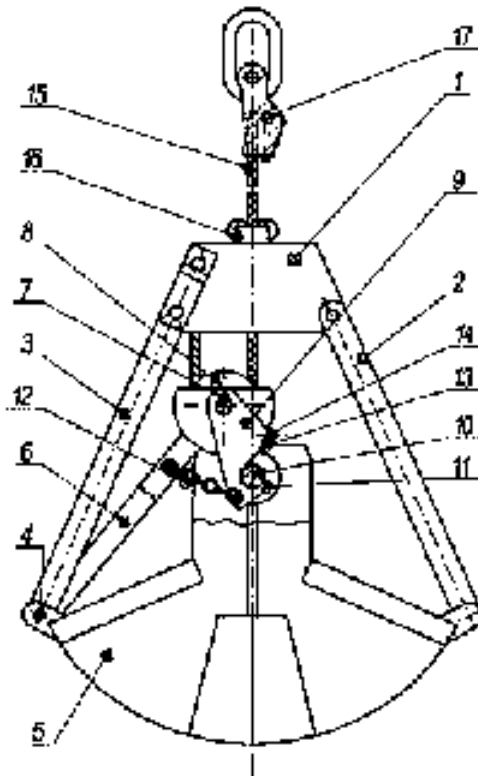
1 - рухома траверса; 2 – ланцюг; 3 – нерухома стійка; 4 - вухо; 5 – корпус; 6 – грейферний механізм; 7- щелепа; 8 – вісь; 9 - напрямні ролики; 10 – канат.

Одноканатний грейфер (малюнок 1.1.) містить корпус 1, закріплені на осі 10 щелепи 5, рухомі 2 і нерухомі 3 тяги, рухому траверзу 6, гачок 9 для зачеплення з віссю 10 кріплення щелеп 5, закріплений за допомогою осі 7 на кінці блок 8, встановлений на осі кріплення гака 9, канат 15, огинальний блок 8, ланцюг 12, що з'єднує гак з рухомою траверсою 6 і закріплена на останній за допомогою осі, баласту 11 і 14, один з яких встановлений на осі 10 кріплення щелеп 5 інших закріплені на гаку за допомогою гака 9, при цьому гак виконаний з сполученої з зівом гака напрямної для осі 10 кріплення щелеп 5, довжина якої дорівнює або більше половини довжини ланцюга, а відстань між віссю кріплення гака на кінці рухомої траверси і віссю кріплення щелеп дорівнює відстань між віссю кріплення гака на рухомій траверсі і віссю кріплення ланцюга до неї і дорівнює довжині ланцюга.

1.2 Патентний пошук.

Технічним результатом винаходу є можливість використання даної конструкції одноканатного грейфера як змінне обладнання к кранам, можливість швидкого навішування грейфера, що розширює технологічні можливості. Крім того, конструкція одноканатного грейфера проста в керуванні та надійна у роботі.

Одноканатний грейфер (малюнок 1.2.) містить корпус 1, закріплені на осі 10 щелепи 5, рухомі 2 і нерухомі тяги 3, рухоми траверсу 6, гак 9 для зачеплення з віссю 10 кріплення щелеп 5, закріплений за допомогою осі 7 на кінці блок 8, встановлений на осі кріплення гака 9, канат 15, огинальний блок 8, ланцюг 12, що з'єднує гак з рухомию траверсою 6 і закріплена на останній за допомогою осі, баласта 11 і 14, один з яких встановлений на осі 10 кріплення щелеп 5, а два других закріплені на гаку за допомогою гака 9, при цьому гачок виконаний з пов'язаної з зівом гака напрямної для осі 10 кріплення щелеп 5, довжина якої дорівнює або більше половини довжини ланцюга, а відстань між віссю кріплення гака на кінці рухомої траверси і вісь відстань між віссю кріплення гака на рухомий траверсі і віссю кріплення ланцюга до неї і дорівнює довжині ланцюга.



Малюнок 1.2 Одноканатний грейфер

Технічний результат винаходу досягається тим, що одноканатний грейфер, що містить корпус, закріплені на осі щелепи, рухливі та нерухомі тяги, з'єднані за

допомогою осей з щелепами, рухливу траверсу, один кінець якої пов'язаний з віссю з'єднання одних тяг з відповідною щелепою, гачок кріплення щелеп, закріплений за допомогою осі на другому кінці рухомої траверси, блок, встановлений на осі кріплення гака, канат, огиначний блок, забезпечений ланцюгом, що з'єднує гак з рухомою траверсою і закріпленої на останній за допомогою осі, баластами, один з яких встановлений на осі кріплення , а два другі баласта закріплені на гаку за допомогою осі, яка зміщена щодо осі, що проходить через центр ваги гака, при цьому гак виконаний з сполученої з зівом гака направляючої для осі напруги щелеп, довжина якої дорівнює або більше половини довжини ланцюга, а відстань між віссю кріплення гака на другому кінці рухомої траверси і віссю кріплення щелеп дорівнює відстані між віссю кріплення гака на другому кінці рухомої траверси і віссю кріплення ланцюга на ній і дорівнює довжині ланцюга.

Одноканатний грейфер забезпечений двома пластинами, привареними в корпусі і направляючим пристроєм для каната, один кінець якого закріплений в корпусі між пластинами, за допомогою пальця, а другий кріпитися до коуша.

Одноканатний грейфер працює так: він подається на опорну поверхню. У момент дотику слабшає канат і вісь разом з блоком, рухомою траверсою та гаком під власною вагою опускається,

вивільняючи гак із зачеплення з віссю. Потім канат підтягується, звільнена вісь під дією власної ваги та баласту опускається, вивільняючи щелепи.

Одноканатний грейфер розкритий, готовий зачерпнути сипучий ґрунт. Потім вантажний канат відпускається, опускаючи грейферний канат разом із віссю, блоком та гаком. Крюк, що утримується, у певному положенні за допомогою ланцюга лягає своєю напрямною на вісь.

Потім вантажний канат підтягується вгору, піднімаючи грейферний канат разом із віссю, блоком та гаком. Крюк ковзає по напрямній осі в зів. Щелепи одноканатного грейфера закрилися з вантажем.

Одноканатний грейфер подається на місце вивантаження ґрунту. Цикл повторюється: вивільняється грейферний канат, опускається вісь разом із блоком, рухомою траверсою та гаком. Вивільняється гак від зачеплення із віссю. Щелепи розкриваються при підтягуванні грейферного каната, вантаж висипається.

Одноканатний грейфер на місце завантаження може подаватися у розкритому стані, при цьому час циклу зменшується.

В результаті патентного пошуку було відібрано найближче за характером к темі дипломного проекту, опис винаходу до патенту № 2090484. Автор винаходу: Боос Є. А., Зайцев А.С., Богучарський П.Ф., Кружилін Н.А. "Одноканатний грейфер".

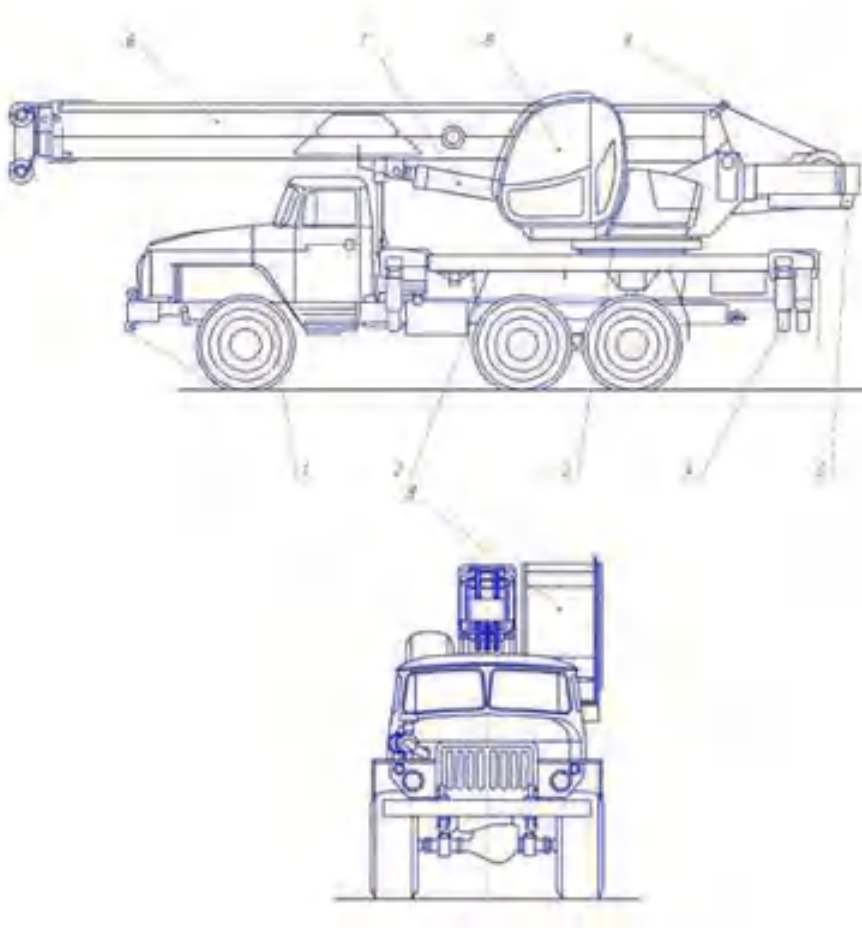
1.3 Характеристика базової машини

Коротку технічну характеристику крана з гідравлічним приводом наведено в таблиці 1.1:

Таблиця 1.1 - Коротка технічна характеристика крана з гідравлічним приводом

Найменування показників	Величина
1	2
Тип крана	На автомобільному ході з телескопічною стрілою
Модель крана	КС-35714.10
Вантажопідйомність, т	16
Час повної зміни вильоту стріли, хв	0,67
Швидкість телескопування стріли – номінальна, м/хв	15,0
Допустимий кут нахилу установки крана	3°
Габаритні розміри в транспортному положенні, м	
Довжина	10,8
Ширина	2,5
Висота	3,81
Маса крана, т: - у стані експлуатаційної готовності	20,6
Маса основних частин крана /конструкційна/, т:	
противага	0,35
поворотна частина	4,008
телескопічна стріла	3,026

Автомобільний кран складається з неповоротної та поворотної частин, пов'язаних між собою опорно-поворотним пристроєм (див. рис. 1.3).



Малюнок 1.3 - Самохідний кран із телескопічною стрілою вантажопідйомністю 16 т.

1 - ходовий пристрій; 2 – ходова рама; 3 – поворотна рама; 4 – виносні опори; 5 - противагу; 6 – телескопічна стріла; 7 - гідравлічний циліндр підйому стріли; 8 – кабіна; 9 - вантажний канат

Цей пристрій передає навантаження (вантажний момент вертикальні та горизонтальні сили) від поворотної частини крана на неповоротну, а також забезпечує можливість обертання поворотної частини щодо неповотної. Неповоротна частина крана складається з ходового пристрою 1 і ходової рами 2, обладнаної виносними опорами 4. Крани з гідравлічним приводом встановлюють масляний бак.

Ходова рама 2 являє собою просторову зварну конструкцію, яка спирається на шасі автомобіля і на якій кріпиться опорно-поворотний пристрій 8. Ходова рама передає навантаження від поворотної частини на підставі через шасі автомобіля або виносні опори 4. Виносні опори 4 являють собою пристрій, змонтований на ходовій рамі та використовуються для збільшення опорного контуру крана в робочому стані.

Поворотна частина крана складається з поворотної платформи, виконавчих механізмів, кабіни машиніста 8 та стрілового обладнання. Поворотна платформа складається з поворотної рами (основа поворотної частини крана), що встановлюється на опорно-поворотний пристрій, противаги 5 (додаткового вантажу), закріпленого на поворотній частині крана для врівноваження під час роботи. Виконавчі механізми крана встановлюють на поворотній рамі 3. Зміни кута нахилу телескопічної стріли 6 здійснюється гідравлічним циліндром 7. Підйом і опускання вантажу здійснюються вантажною лебідкою, встановленою на поворотній рамі 3 або хвостової частини телескопічної стріли.

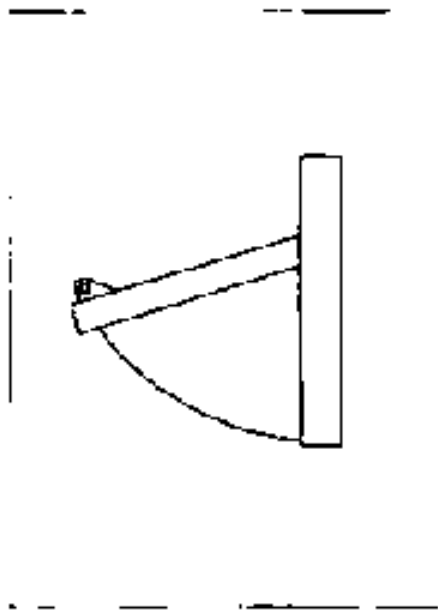
Висувні та телескопічні стріли кранів забезпечуються спеціальними виконавчими механізмами їх висування. Кабіна 8, в якій розміщені органи управління краном та сидіння машиніста, обладнана необхідними покажчиками, системою сигналізації та системами життєзабезпечення (вентиляцією, опаленням). Стрілове обладнання (стріла і вантажозахоплювальний пристрій) забезпечує дію вантажозахоплювального пристрою у зоні робочого крана. Телескопічна стріла складається з трьох секцій коробчатого перерізу із сталі великої міцності та низьким вмістом компонентів сплаву. Довжина стріли змінюється від 7 метрів до 23, висування секцій безступінчасте та синхронізоване. У середині стріли вміщено гідроциліндр.

ЗАГАЛЬНИЙ РОЗРАХУНОК КРАНА З ГРЕЙФЕРОМ

2.1 Вибір форми щелеп

Питання про форму щелеп є одним з основних при проектуванні грейферного механізму. Конструкцію інших вузлів грейфера, технологію їх виготовлення, метод збирання тощо, визначають переважно залежно від прийнятої форми щелеп. Щелепа грейфера (рис. 2.1) повинна мати таку форму, яка забезпечувала б найбільше заповнення ковша, найменші опори при заповненні (найменша витрата енергії), найкраще випорожнення грейфера при розкритті щелеп, найменшу деградацію крихких матеріалів у ковші і найменшу.

Досліди дозволяють встановити, що для всієї групи дрібних сипких матеріалів (піски всіх сортів, дрібне вугілля, цемент та ін.) найкращою формою щелеп є напівкругла. Така форма придатна для екскавації грейфером піщаних ґрунтів.



Малюнок 2.1 – Форма щелепи грейфера.

Заповнення грейфера меншою мірою залежить від насипної ваги матеріалу, що зачерпується, і більшою мірою - від крупності і форми шматків, абразивності матеріалу і його стану (щільності, вологості, липкості і т.д.).

При напівкруглій формі щелеп дрібний сипкий матеріал переміщається днищем щелепи з найменшими витратами енергії.

При виборі форми щелеп повинні бути враховані як умови найкращого заповнення ковша, так і умови найкращого його спорожнення.

2.2 Процес опускання канатного грейфера на матеріал

Опускання порожнього грейфера на матеріал, що зачерпується, є першою операцією циклу роботи грейферного крана. Від того, як проходить опускання, залежатиме положення грейфера на матеріалі, величина швидкості, з якою відбувається зустріч його з матеріалом, а також величина попереднього впровадження щелеп у матеріал.

С точки зору найбільш сприятливого положення грейфера на матеріалі в початковий момент зачерпування необхідно, щоб його задня стінка займала положення, близьке до вертикального. Зменшення кута в цей момент є небажаним, тому що при ударі об матеріал відбувається швидке закривання щелеп.

Опускання грейфера залежно від системи грейферного кранового механізму і конструкції грейфера протікає по-різному. Для одноразових грейферів розкрите положення щелеп при опусканні забезпечується спеціальними запірними пристроями, або від'єднанням траверси від головки. Для двох та чотиріканатного грейфера при підвісці до електрореверсивного двобарабанного підйомного механізму з жорсткою кінематичним зв'язком барабанів і роторів двигуна швидкості всіх частин грейфера (головки, траверзи, щелепи та ін.) при опусканні однакові, і, отже, грейфер залишиться розкритим при зустрічі з матеріалом, що зачерпується.

При опусканні грейфера, підвішеного до двобарабанної фрикційної лебідки з незалежною системою приводу, необхідно зусиллям у підйомному та заключному канатах подолати опору обертанню барабанів у бік опускання; при цьому (у процесі опускання) грейфер може залишитися розкритим тільки в тому випадку, якщо обидва канати постійно передають на грейфер однакове зусилля. Однак наявність грейферного поліспаду для виграшу в силі та втрат на тертя у всіх поєднаннях грейферного механізму зусилля від підйомного механізму, зусилля від підйомного каната на головці грейфера та зусилля на траверзі від гілок замикаючого каната неоднаково.

2.3 Перевірка стійкості крана з грейфером

Стрілові самохідні крани є вільностоящими машинами, стійкість яких проти перекидання забезпечується лише їхньою власною вагою.

Для кранів розрізняють випробувальну стійкість, вантажну стійкість та власну стійкість. Вантажна стійкість – стійкість крана у стані проти дії всіх можливих навантажень у робочому стані. Власна стійкість – стійкість крана в неробочому стані за відсутності корисних навантажень і можливого перекидання назад, у бік, протилежний до розташування стріли.

2.3.1 Випробувальна стійкість

Кран необхідно перевіряти розрахунковим шляхом (рис. 2.1), при цьому кран повинен бути встановлений на твердому горизонтальному майданчику в безвітряній зоні, з вантажем на 25% перевищуючого номінального, в цьому положенні має дотримуватися умова:

$$K = \frac{M_{yT}}{M_B} \geq 1,15 \quad (2.1)$$

$$D_0 = \frac{G(b+c)}{1.25Q(A-b)} \geq 1,15 \quad (2.2)$$

де G = вага крана, $G = 206$ кН;

$Q = 70$ кН – вага вантажу;

$b = 2,8$ м - половина опорного контуру (відстань від осі обертання крана до ребра перекидання);

$A = 6$ м – виліт крана;

C - відстань від осі обертання крана до центру тяжкості крана.

Використовуючи дані моменту, що відновлює $M_0 = 730$ кН • м вага крана $G = 206$ кН, отримаємо:

$$C = \frac{M_0}{G} - b = \frac{730}{206} - 2,8 = 0,74\text{м} \quad (2.3)$$

Тоді:

$$K = \frac{206(2,8 + 0,74)}{1.25 * 70(9,5 - 2,8)} = 1,2$$

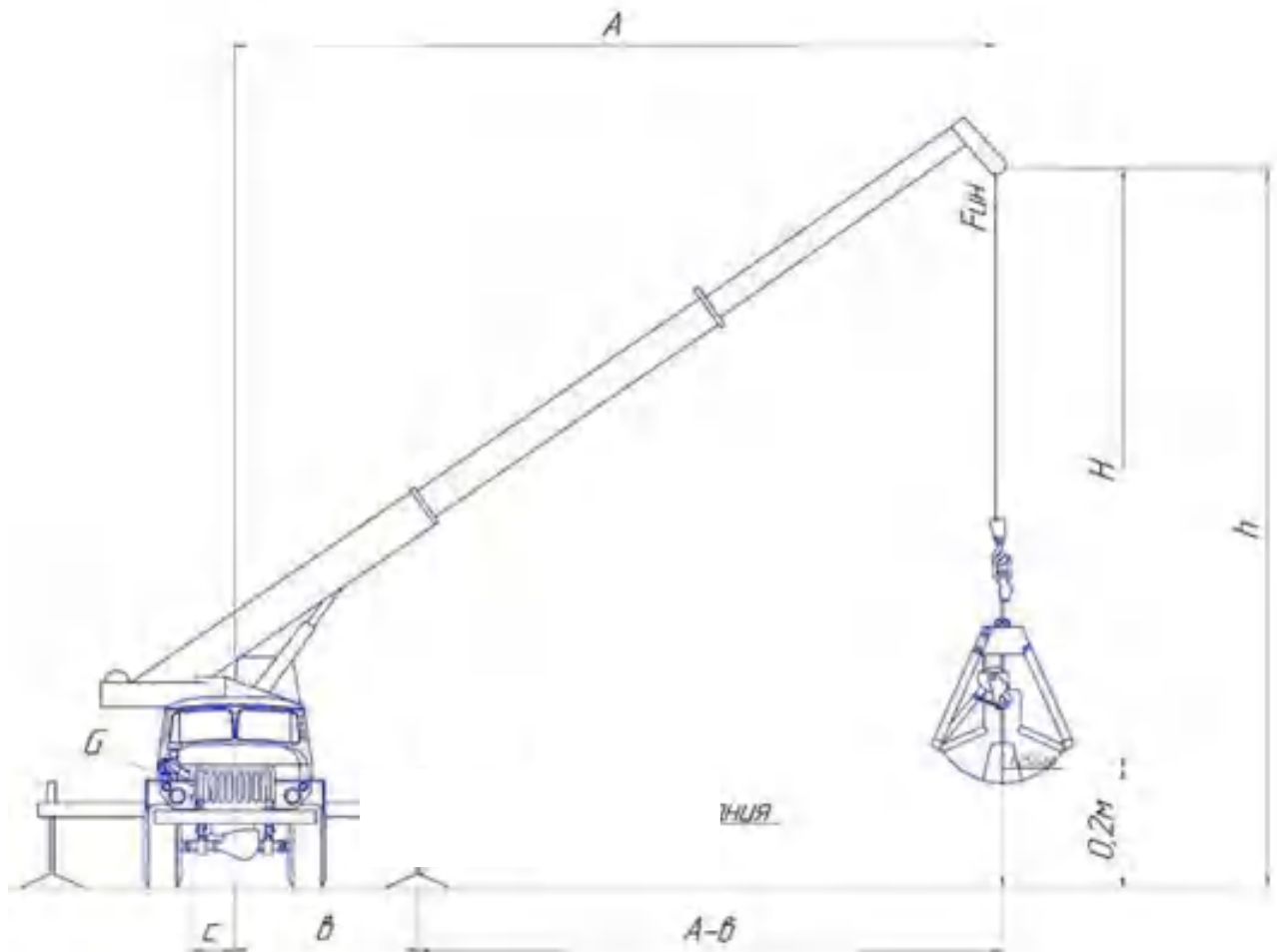


Рисунок 2.2 – Розрахункова схема випробувальної стійкості

2.3.2 Коефіцієнт вантажної стійкості

Він визначається як відношення різниці моментів від ваги всіх частин крана та моментів (рис.2.3), від додаткових навантажень (вітрових, інерційних, відцентрових) до моменту, що створюється робочим вантажем щодо того ж ребра перекидання, при цьому кран повинен бути розташований на майданчику, з ухилом, що допускається, не перевищує вимоги інструкцій з експлуатації. Вітер робочого стану направлений у бік ухилу та механізми крана здійснюють рухи, дозволені інструкцією з експлуатації. Ці коефіцієнти визначаються для двох розрахункових положень стріли:

а) стріла направлена у бік ухилу та перпендикулярна до ребра перекидання

б) стріла направлена у бік ухилу, але розташована під кутом 45° к ребру перекидання.

В цьому положенні має дотримуватися умова

$$K1 = \frac{M_{ут} - \sum M1 - M2 - M3 - M4 - M5 - M6 - M7 - M8 - M9 - M_{ух}}{M_B} \quad (2.4)$$

де $M_{ум}$ - утримуючий момент крана, кН · м;

M_1 - момент відцентрової сили, що діє на вантаж при його обертанні щодо осі повороту крана, кН·м;

M_2 - момент сил інерції вантажу і стріли при неусталеному русі механізму підйому, кН · м;

M_3 - момент сил інерції вантажу при неусталеному русі механізму підйому, кН · м.

M_4 - момент сил інерції вантажу при неусталеному русі механізму пересування крана, кН · м;

M_5 - момент сили інерції крана при неусталеному русі механізму пересування крана, кН · м;

M_6, M_7 - момент мули інерції стріли і вантажу при неусталеному русі механізму зміни вильоту відповідно в горизонтальній та вертикальній площинах, кН·м;

M_8, M_9 - момент сил вітру, що діють відповідно на кран та вантаж, кН·м

M_B – момент від сил вантажу, кН·м.

$M_{ут} = G[(b+c)\cos\alpha_0 - h_1\sin L_0] = 210 [(2,4 + 1,02) 0,998 - 2,4 - 0,05] = 690,9$, кНм; $M_{ух} = 442,9$, кНм.

$$\sum_{i=1}^n G_i h_i = \frac{G_1 h_1 + G_2 h_2 + G_3 h_3}{G} = \frac{286 \cdot 0,8 + 40 \cdot 2,5 + 280 \cdot 1,6}{286} = 2,8 \text{ м} \quad (2.5)$$

де $L_0 = 3^\circ$ - максимальний кут нахилу крана.

Момент сил інерції вантажу та стріли при повороті крана

$$M = \frac{Qv^2 L_1}{900v^2 b} = \frac{70 \cdot 1,5^2 \cdot 4,5 \cdot 23,3}{900 \cdot 0,75^2 \cdot 23,3} = 15,2 \text{ кНм} \quad (2.6)$$

де $Q = 70$ – вага вантажу;

$n = 2,5$ об/хв – частота обертання крана;

$A = 6$ м – виліт крана;

$h = L \sin L_0 + h_k = 21,7 \cdot 0,98 + 2,1 = 23,2$ м;

$h_k = 2,1$ м – висота кореневого шарніра стріли від опорного контуру.

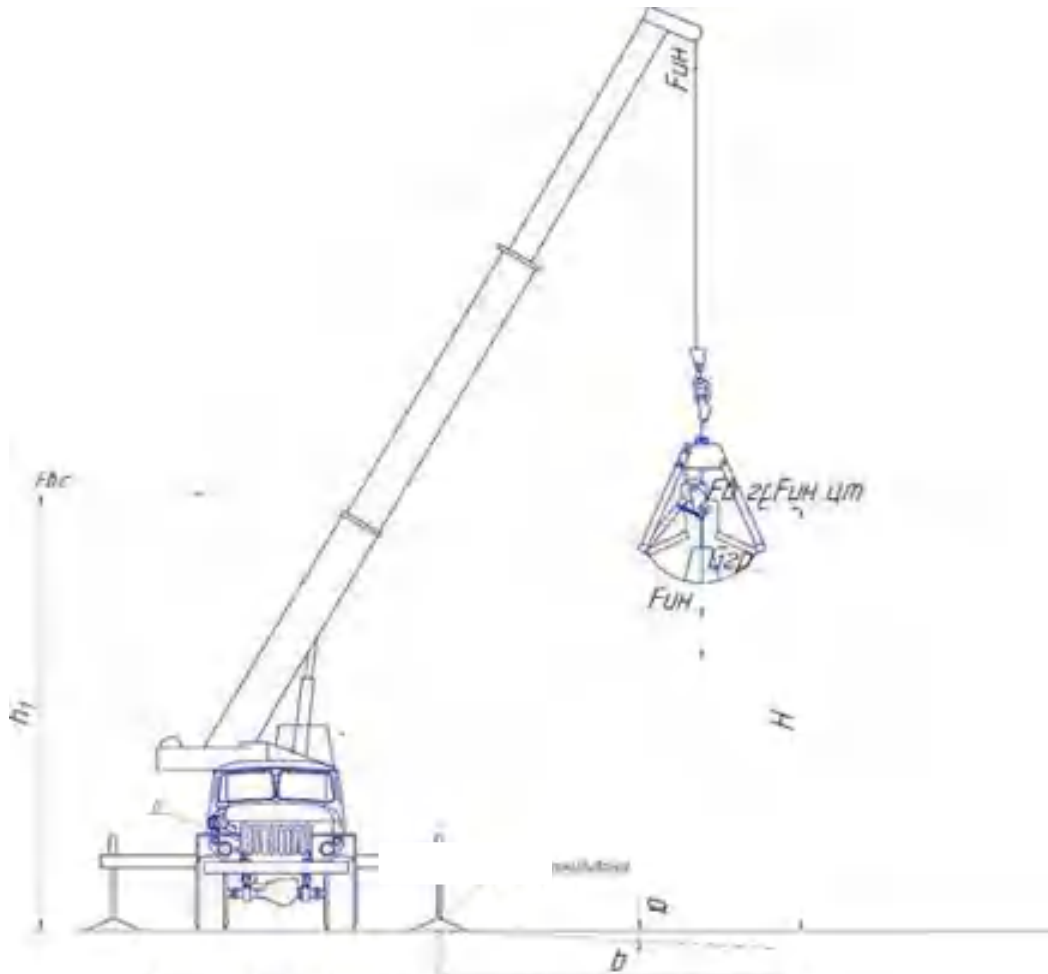


Рисунок 2.3 – Розрахункова схема вантажної стійкості

$$L = \arccos \frac{A-b}{Lc} = \frac{4,5-2,4}{21,7} = 84,5^\circ \quad (2.7)$$

Момент сил інерції вантажу та стріли при повороті крана (враховується тільки при розташуванні стріли під кутом 45° до ребра перекидання)

$$M_z = \frac{66(G_{гр} + Q) \pi A h}{(900 - \pi^2 H) t^3} = \frac{66(1,22 \cdot 20) 0,75 \cdot 4,5 \cdot 23,3}{(900 - \pi^2 \cdot 14) 1,5} = 82,3 \text{ кНм.} \quad (2.8)$$

(2.8)

де $G_{гр}$ – наведена маса стріли до її голови.

$$G_{гр} = \frac{L \cdot q_c}{3} = \frac{21,7 \cdot 0,17}{3} = 1,22 \text{ т,}$$

(2.9)

Де $Q = 7$ т маса грейфера з вантажем;

$n = 0,75$ об/хв – частота обертання;

$A = 4,5$ м – виліт вантажу;

$h = 26,3$ висота головки стріли;

H – відстань від головки стріли до центру ваги вантажу, приймаємо

$H = 14$ м з урахуванням габариту вантажу та мінімальної висоти підйому;

$t_3 = 1,5$ - час руху механізму обертання, що не встановився.

Момент сили інерції вантажу, що піднімається

$$M_2 = \frac{Qv}{t} (A-b) = \frac{7 \cdot 0,14 (4,5 - 2,6)}{0,46} = 12,77 \text{ кНм},$$

(2.10)

де $Q = 7$ т – маса грейфера з вантажем;

$V = 0,14$ м/с – швидкість підйому;

$t = 0,46$ с - час руху механізму підйому, що не встановився;

$A = 4,5$ м - виліт вантажу $A = 4,5 \cdot 0,707 = 3,18$ м;

$b = 2,6$ - відстань від осі обертання крана до ребра перекидання.

Приймаючи що воно проходить через зовнішню кромку опорних кранів.

$$M_3 = \frac{7 * 0,14(3,18 - 2,4)}{0,46} = 4,74 \text{ кНм}$$

При розташуванні стріли під кутом 45^0

Момент сили інерції вантажу при пересуванні крана з вантажем $0,5 Q$:

поперек шляху $M_4 = 0$ вздовж шляху руху

$$M_4 = \frac{QV_k}{t_k} H = \frac{7 \cdot 0,5 \cdot 14}{0,32} = 218,75 \text{ кНм},$$

(2.11)

де $V_k = 0,5$; швидкість пересування крана;

t_k - час, встановлений рухом крана; $H = 14$ м – висота підйому вантажу.

Оскільки кран з максимальним вантажем не пересувається, приймаємо для даного розрахункового випадку $M_4 = 0$.

Момент сили інерції крана при пересуванні крана

$$M_5 = G V_{до} h_1 / t_{дс}, \quad (2.12)$$

де h_1 - вертикальна координата центру ваги крана $h_1 = 1,7$.

При положенні стріли впоперек шляху $M_5 = 0$ з тих самих міркувань. При положенні стріли вздовж шляху знайдемо за формулою (2.12)

$$M_5 = \frac{21 \cdot 0,5 \cdot 1,7}{0,32} = 55,78 \text{ кНм}$$

Момент сил інерції вантажу та стріли при зміні вильоту:
у горизонтальному положенні

$$M_6 = \frac{(G_{нп} + Q) v'^2}{t_2} h_2 \quad (2.13)$$

у вертикальному положенні

$$M_7 = \frac{(G_{нп} + Q) v''^2}{t_2} (A - b), \quad (2.14)$$

де $G_{нп} = 1,22$ т маса стріли, наведена до голівки стріли; $t_2 = 5,4$ с – час пуску механізму зміни вильоту;

V'_2, V''_2 - горизонтальна та вертикальна складова швидкості переміщення стріли;

$$V'_2 = V' \sin L; \quad V''_2 = 2 \cos L;$$

$$V_2 = 0,188 \text{ м/с};$$

$$V'_2 = 0,188 \cdot 0,85 = 0,16 \text{ м/с};$$

$$V''_2 = 0,188 \cdot 0,22 = 0,04 \text{ м/с};$$

$h = 23,3$ м - висота від основи крана до голівки стріли

$$h = h_k + L_c \sin L = 23,3 \text{ м.}$$

Тоді

$$M_6 = \frac{(1,22 + 7) * 0,16 * 23,3}{5,4} = 14,649 \text{кНм}$$

$$M_7 = \frac{(1,22 + 7) * 0,04 * (4,5 - 2,6)}{5,4} = 0,33 \text{кНм}$$

$$M_7 = \frac{(1,22 + 7) * 0,04 * (2,18 - 2,6)}{5,4} = 0,12 \text{кНм} - \text{стріла під кутом } 45^\circ$$

Момент сил вітру, що діє на кран для всіх положень

$$M_8 = \sum W_i P_i = W_c P_i + W_{кр} P^2 \quad (2.15)$$

$$W_{cpl} = L_c b_c \varphi_c \cos \alpha_{\max} q \cdot k_c \cdot n (L_c / 2 \sin \alpha_{\max} + h_k) \quad (2.16)$$

$$W_{cpl} = 21,7 \cdot 2,4 \cdot 0,3 \cdot 0,22 \cdot 0,125 \cdot 1,25 \cdot 1,02 \cdot 1 (21,7 / 2 \cdot 0,85 + 2,1) = 6,2 \text{ кНм.}$$

$$W_{крp2} = 3,57 \cdot 2,5 \cdot 0,125 \cdot 10,5 \cdot 1,02 \cdot 1 \cdot (3 \cdot 57 / 2) = 2,53 \text{ кНм,} \quad (2.17)$$

Тоді:

$$M_8 = 6,2 + 2,53 = 8,73 \text{ кНм}$$

$$M_9 = 20 - 0,125 - 1,25 - 1 - 23,3 = 72,8 \text{ кНм}$$

Момент від вантажу:

$$M_B = Q (A_b) = 280 (4,5 - 2,6) = 420 \text{ кНм,}$$

Момент від вантажу при розташуванні стріли під 45° до ребра перекидання:

$$M_{гр} = Q (A - \cos 45^\circ \cdot b) = 280 (4,5 - 0,707 - 2,6) = 156 \text{ кНм,}$$

Тоді коефіцієнт вантажної стійкості крана: поперек колії

$$K_1 = (691 - 13,2 - 12,77 - 14,64 - 0,33 - 8,73 - 72,8) / 420 = 1,3$$

при розташуванні стріли під 45° до ребра перекидання

$$K_2 = (443 - 13,2 - 82,3 - 4,74 - 14,64 - 1,12 - 8,73 - 72,8) / 156 = 1,57$$

ЗРОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ГРЕЙФЕРУ

3.1 Сили, що діють на грейферний механізм у процесі зачерпування

При зачерпуванні діють сили опору, які зводяться до трьох груп:

- сили, які пов'язані з переміщенням ріжучого контуру щелепи, що складається з постійної по довжині горизонтальної ділянки (рівної ширині щелепи) та двох похилих ділянок бічних щік щелеп, довжина яких змінюється в залежності від ординати занурення щелепи;
- сили, пов'язані з переміщенням матеріалу, що зачерпується, по похилій площині, що утворюється в процесі змикання днища щелепи;
- сили, які пов'язані з опорами тертя матеріалу всередині ковша, масив матеріалу, що залишився, і об стінки ковша, і тертя зовнішніх стінок ковша про зовнішній масив матеріалу.

Інерційні сили, які діють на грейферний механізм при зачерпуванні, найчастіше, як зазначалося вище, незначні, тому їх пропустимо та розглянемо статистичне завдання.

Виведені формули, що ґрунтуються на зазначених вище групах сил опору, отримали підтвердження порівняння результатів аналітичних розрахунків з даними експериментальної перевірки. Тому можна вважати, що ці сили і є наслідком тих дійсних фізичних процесів, які протікають у період змикання щелеп та заповнення їх матеріалом, що зачерпується.

Далі наводяться основні теоретичні розрахунки визначення зачерпної здатності грейфера Q_M або при заданій величині Q_M , необхідної власної ваги грейфера, який залежить від фізико-механічних властивостей матеріалу, що зачерпується, і параметрів грейфера. Теорія процесу зачерпування дана для двощелепних симетричних канатних грейферів - грейферів, які зазвичай застосовуються на виробництві.

Виведені залежності можуть бути використані для інших типів грейферів.

Величини сил (рис.3.1) опору можуть бути визначені за нижченаведеними залежностями.

Сила опору на ножі щелепи

$$R_1 = B\delta\rho_0 \quad (3.1)$$

де B - довжина ножа, що дорівнює ширині щелепи;

δ - Товщина ножа;

$\rho_{\text{про}}$ - питомий опір різання дрібного сипучого матеріалу чи опір впровадженню деформатора (для кускових сипучих матеріалів).

Сил опору на двох похилих бічних ділянках ножа

$$R_2 = \frac{y}{\sin(\beta+\gamma)} \quad (3.2)$$

де y - поточне значення вертикальної ординати занурення ножа щелепи;

β - поточний кут повороту щелепи.

Розрахунковою величиною опору R_3 для процесу приймається поточне значення цього опору, виходячи з лінійного закону зміни його від $R_3 = R_0$ до $R_3 = R_k$.

$$R_3 = R_k - (R_k - R_0)x/x_0, \quad (3.3)$$

Опір R_4 при зачерпуванні матеріалу виникає під дією пасивного тиску

$$R_4 = \frac{\gamma_M x^3}{3} \operatorname{ctg} \tau \operatorname{tg} \varphi [\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} (\beta + \gamma)]. \quad (3.4)$$

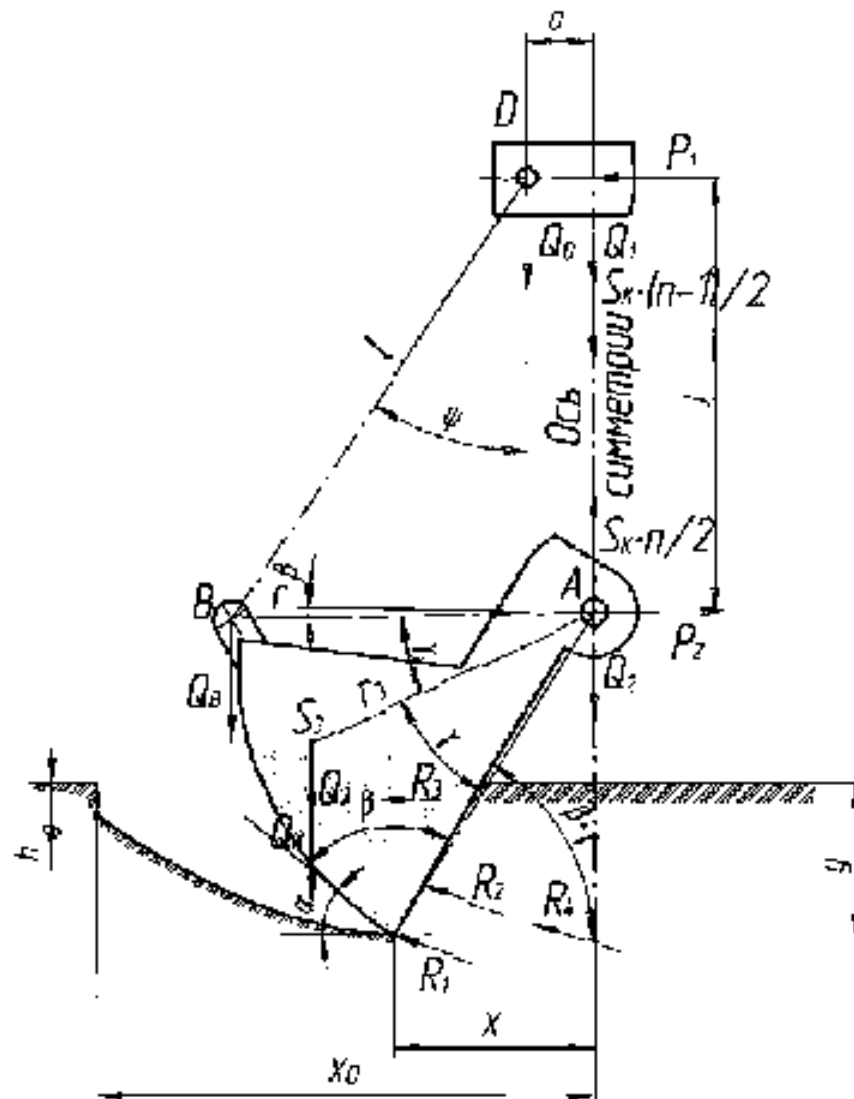
3.2 Розрахунок одноканатного грейфера

Розрахунок грейферного механізму має розглядатися для двох варіантів: коли відома ємність грейфера $V_{\text{гр}}$ і вага зачерпнутого матеріалу Q_M , а необхідно визначити вагу та параметри грейфера, що задовольняють умові необхідної зачерпної здатності; коли відомий всі параметри грейфера, потрібно визначити його зачерпну здатність під час роботи з різними матеріалами.

У першому випадку вихідними даними повинні бути ємність проєктованого грейфера $V_{гр}$ і фізико-механічна характеристика матеріалу, що зачерпується (насипна вага γ_m , розмір шматків, кут внутрішнього тертя $\phi_{про}$, коефіцієнт тертя про метал, кут природного укосу τ_0 та ін.). Якщо грейфер повинен працювати з кількома матеріалами, такі дані повинні бути по всій групі матеріалів.

У другому випадку вихідними даними є: дійсна ємність грейфера $V_{гр}$, власна вага грейфера $Q_{гр}$ та вага окремих його частин, кратність поліспасту α_n параметри грейфера ($L, B, p, \delta, r, r_3, \beta_0, \beta_{до}, \alpha_n, \alpha_{до}$) та значення ϕ_0, f, τ_0 та τ матеріалів, з якими працюватиме грейфер.

Насамперед необхідно визначити мінімальну власну вагу грейфера $Q_{гр\min}$. При якому можливе забезпечення належної жорсткості та міцності конструкції.



Малюнок 3.1 – Сили, що діють на одноканатний грейферний механізм

Виходячи з технічної характеристики автомобільного крана, вантажопідйомність дорівнює 16 т, слід прагнути до того, щоб власна вага грейфера, необхідна з умови

забезпечення необхідної здатності, що зачерпує, найбільшою мірою наближався до $Q_{гр\min}$.

Величина $Q_{гр\min}$ може бути встановлена за нижченаведеною емпіричною залежністю, виведеною на підставі оцінки міцності та жорсткості ковша грейфера в залежності від його розмірів та величини погонного навантаження:

$$Q_{гр\min} = V_{гр} \frac{B}{L} \gamma_m T_0 d_0 \quad (3.5)$$

де B – ширина щелепи;

L – розкриття грейфера;

γ_m – насипна вага матеріалу, що зачерпується;

T_0 – Коефіцієнт жорсткості, що приймається для вуглецевих сталей 1,5;

d_0 – коефіцієнт, що враховує вплив розміру шматків матеріалу; для дрібного сипучого матеріалу $d_0 = 0,8$, для матеріалу з величиною шматків до 100 мм $d_0 = 1$; для матеріалу з розміром шматків більше 100 мм $d_0 = 1,2$;

$V_{гр}$ – розрахунковий обсяг грейфера.

Формула застосовна для $\psi = B/L = 0,35-0,75$ (параметр грейфера).

ГОСТ 8572-57 поширюється на одно-двощелепні грейфери, призначені для навантаження матеріалів з насипною вагою $0,5-2,8 \text{ т/м}^3$ при розмірі шматків трохи більше 300 мм. Ємності грейферів (рис.3.2) з цього ГОСТу повинні вибиратися з наступного ряду: 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,6; 2,0; 2,5; 3,2; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0. Відхилення фактичних ємностей грейферів від номінальних не повинні перевищувати 5%.

Величина $Q_{гр\min}$ конструктивна. Вона може бути знижена в залежності від методів жорсткості конструкції та способів виготовлення ковша.

Наступним етапом розрахунку є визначення необхідної власної ваги $Q_{гр}$, виходячи з умови забезпечення необхідної здатності, що зачерпує.

Для цього використовуємо таку формулу (3.6):

$$Q_{гр} = \frac{Q_0 [1 + k_p k_e \frac{P}{r} \operatorname{tg}(\alpha_e + \varphi)(1 + k_e) A_3] + 2R_1 A_3 + 2k_p k_e \frac{P}{r} R_0 A_4}{[\alpha_1 + 0,5\alpha_4 + (n-1)] T_1 + \frac{D}{r} \alpha_3 T_2 + 0,5\alpha_4 T_3} \quad (3.6)$$

Величина $Q_{гр\min}$ конструктивна. Вона може бути знижена в залежності від методів жорсткості конструкції та способів виготовлення ковша.

$$\alpha_1 = \frac{G_2}{Q_{гр}} = \frac{Q_1}{Q} ; (G_2 = 2Q_1 - \text{вес головки}), \quad (3.7)$$

$$\alpha_2 = \frac{2G_4}{Q_{гр}} = \frac{Q_1}{Q} ; (G_4 = Q_3 - \text{вес челюсти}), \quad (3.8)$$

$$\alpha_4 = \frac{2G_{тгг}}{Q_{гр}} = \frac{Q_4}{Q} \quad (G_{тгг} = Q_4 - \text{вес двух тгг. связанных с одной челюстью}), \quad (3.9)$$

$$Q = 0,5Q_{гр}$$

$$Q_4 = Q_D + Q_B; \quad Q_D = 0,5 Q_4 \quad (3.10)$$

При проектуванні можна задати значеннями $\alpha_1 = 0,25$; $\alpha_3 = 0,45$; $\alpha_4 = 0,10$. Відповідно до рекомендації розподілу терезів між частинами грейфера, на вагу траверзу припадає 20% загальної ваги грейфера, тобто. $a_2 = 0,2$.

В вага траверзи і, отже, величина α_1 повинні уточнюватися за умовою отримання найменшої необхідної ваги,

що забезпечує розкриття щелеп порожнього грейфера при роботі на крані з приводом за формулою (3.11):

$$G_{г\text{тг}} = SB \beta' T_1 - 2G_4 \frac{C_1}{C_1'} \quad (3.11)$$

Де SB - повний опір обертанню замикаючого барабана у бік опускання вантажу;
 $\beta' = 1,1 - 4,15$ - коефіцієнт запасу;

$T'o$ - коефіцієнт, що характеризує опір канатного поліспасти при цьому опорі на блоках;

$C'_1 C'_3$ - величини, що залежать від розмірів щелепи.

Для зменшення G_{tmin} необхідно зменшити величину $T'o$; що може бути досягнуто встановленням блоків поліспасти над підшипниками кочення.

При проектуванні розрахунку грейфера слід також вибрати форму щелеп і задатися відношенням деяких розмірів грейферів, зокрема, p/r і r_3/r . Для довголанкових симетричних грейферів $p/r = 1,2$; $r_3/r = 0,8$.

Кут нахилу днища до кінця зачерпування слід встановлювати залежно від факторів. Для зачерпування сипких матеріалів за умови найменших енергетичних витрат кут нахилу днища у замкнутому стані $\alpha = 12 \text{ } 15^\circ$. Розрахунковий кут α_k повинен враховувати вплив задньої стінки днища, тому α_k можна приймати рівним 20° . Цей кут як розрахунковий приймається і за напівкруглого днища.

Величину R_i визначаємо за формулою (3.12):

$$R_i = B \delta_{1np} \quad (3.12)$$

Де B - ширина щелепи.

Було встановлено, що для отримання найменших енергетичних витрат середня величина занурення щелепи має бути прийнята в межах

$$U_{cp} = h_{cp} = \frac{B}{3} = \frac{B}{3,8} \quad (3.13)$$

Без великої похибки величину U_{cp} можна приймати: для дрібних сипких матеріалів

$$h_{cp} = \frac{B}{3,5} = 0,286B, \quad (3.14)$$

для великих сипких матеріалів

$$h_{cp} = \frac{B}{4} = 0,25B, \quad (3.15)$$

З іншого боку, величина повинна встановлюватися залежно від крупності і щільності матеріалу. При цьому слід скористатися параметром $\psi=B/L$, найкращі значення якого вважатимуться:

- для великокускового неущільненого матеріалу 0,45;
- для великокускового свіжонасипаного та дрібного сипучого неущільненого матеріалу 0,6;
- для дрібного сипучого свіжонасипаного матеріалу 0,75.

$$V_{гр} = BL\psi_{ср}^3, \quad (3.16)$$

для дрібних сипких матеріалів:

$$V_{гр} = 0,286 B^3/\psi, \quad (3.17)$$

для крупнокускових матеріалів:

$$V_{гр} = 0,25 B^2/\psi, \quad (3.18)$$

Користуючись наведеними вище значеннями ψ , отримані вказані в таблиці значення ширини щелепи для грейферів різної ємності в залежності від матеріалу.

При проектуванні грейфера, призначеного для зачерпування великокускових матеріалів, ширина щелепи повинна також перевірятися за гранулометричними даними матеріалу. Необхідно, щоб $B > 3\alpha$, де α - найбільший розмір захоплюваних шматків.

Товщина ножа 5 повинна встановлюватися із умови забезпечення достатньої жорсткості днища. Цю величину можна заздалегідь визначити за емпіричною залежністю:

$$\delta = \omega \gamma_M \sqrt{V_{гр}}, \quad (3.19)$$

де $\omega = 0,012$ – для дрібних сипких матеріалів;

$w = 0,014$ – для великокускових матеріалів;

γ_M - насипна вага матеріалу, що зачерпується в т/м³;

$V_{гр}$ - ємність грейфера в m^3 .

На щелепах грейферів, призначених для зачерпування крупнокускових матеріалів (розміри шматків більше 100 мм), що мають велику міцність (руда, каміння), доцільно встановлювати зуби. Застосування таких щелеп для дрібних матеріалів, а також для великих кускових, але з невеликою агрегативною міцністю (вугілля), недоцільно. Кількість зубів N_0 можна визначати за формулою (округливши до найближчого цілого числа):

$$N_0 = 4B.$$

Величину R_0 визначаємо за такою формулою:

$$R_0 = \frac{\gamma_{\text{расч}} \cdot \theta_{\text{расч}}}{2} \cdot \frac{\text{tg}(\tau + \varphi_0)(1 + k_0)}{\text{tg} \tau} \quad (3.20)$$

В проектувальному розрахунку величина γ приймається як розрахункова глибина початкового заглиблення грейфера при експлуатації $\gamma_{0\text{рзрах}}$. Її можна визначити за такими залежностями:

$$Y_{0\text{расч}} = 0,5L \text{tg}(90 - \theta), \quad (3.21)$$

Для кускових матеріалів

$$Y_{0\text{расч}} = 0,25L \text{tg}(90 - \theta), \quad (3.22)$$

де L – розкриття щелеп;

θ – Кут щелепи.

Визначення коефіцієнтів k_p , k_2 , k_k та k_f . З попереднього випливає, що розрахунок здатності грейфера, що зачерпує, а також визначення його власної ваги вимагають введення ряду коефіцієнтів, що враховують ті чи інші фактори.

Такими коефіцієнтами є:

k_p - враховує перенесення рівнодіючої всіх сил опору на ніж щелепи; величина k_p за експериментальними даними лежить в межах 0,75-0,8; k_2 і k_k - враховують деякі дані матеріалу, що зачерпується, а саме кут ковзання матеріалу τ , кут тертя матеріалу про

сталеву поверхню днища φ , кут внутрішнього тертя φ_0 та середню величину заглиблення щелеп;

k_f - Враховує вплив форми щелепи.

Коефіцієнт k_2 визначаємо за формулою:

$$k_2 = \frac{\gamma_{\text{м}} g \sin^2 \theta}{6 \delta \cdot \rho_0 g^2 z \sin \alpha_{\text{ср}}}, \quad (3.23)$$

де $\gamma_{\text{м}}$ - насипна вага матеріалу, що зачерпується

$$\tau = \tau_0 - \varphi_0/2 \quad (\tau_0 - \text{Кут природного укосу матеріалу}), \quad (3.24)$$

θ - Кут щелепи.

$\alpha_{\text{ср}}$ - Середній кут, що утворюється днищем з горизонтом:

$$\alpha_{\text{ср}} = (\alpha_{\text{н}} - \alpha_{\text{до}})/2 \quad (3.25)$$

де $\alpha_{\text{н}}$ -Початковий кут, що утворюється задньою стінкою днища і матеріалом при впровадженні щелепи;

$\alpha_{\text{к}}$ -Кінцевий кут, що утворюється задньою стінкою днища і горизонталлю при зімкнутому стані щелеп.

Коефіцієнт $k_{\text{до}}$ визначається за формулою:

$$k_{\text{до}} = \frac{2}{3} \frac{\text{tg} \varphi}{\text{tg} 2\tau \text{tg}(\alpha_{\text{к}} + \varphi)} + \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2 \text{tg} \alpha_{\text{к}} V_{\text{гр}}}{B}}, \quad (3.26)$$

Коефіцієнт k_f враховує вплив форми щелепи, а також пов'язане з цим тертя зовнішньої поверхні днища про решту форми щелепи в залежності від ступеня заповнення ковша. Остання залежить від ваги грейфера та кратності поліспасти.

Величини T_1, T_2, T_3, A_3, A_4 та A_5 визначаються за графіками, наведеними на рис [5] за двома параметрами: узагальненою величиною Z і наведеною кратністю поліспасти n .

В Залежно від прийнятої системи опор блоків канатного поліспасти встановлюється к.п.д. блоку і далі, з відомої причини кратності поліспасти $\alpha_{\text{н}}$ -Значення наведеної кратності поліспасти n :

$$\eta = \frac{\eta_s^{mn} - 1}{\eta_s - 1} \quad (3.27)$$

Значення узагальнюючої величини Знайдемо за формулою:

$$C = \frac{2\delta p_0(1+k_2)}{\gamma_m B_p} \quad (3.28)$$

Величина p_0 - питомий опір різанню (при зернистих, порошкоподібних і пилоподібних матеріалах) або впровадженню (при крупнокускових матеріалах) - визначається в залежності від глибини занурення щелепи, фізико-механічних даних матеріалу, що зачерпується, середнього розміру шматків a' і товщини ножа δ .

При розрахунку визначення p_0 ведеться за середньою глибиною занурення

$$y = y_{ср} = \frac{V_m}{LB} \quad (3.29)$$

Розрахунковий розмір шматків a' і встановлюється або безпосереднім визначенням середнього типового шматка, або за наведеними нижче розрахунковими розмірами (в мм):

Кускові матеріали:

- Крупнокускові (кам'яне вугілля) 160
- Середньокускові (вугілля) 110
- Дрібнокускові (щебінь, гравій) 60

Зернисті матеріали:

- Крупнозернові (зерно, гравій дрібний) 10
- Дрібнозернові (пісок) 2
- Порошкоподібні матеріали (пісок дрібний та ін.) 0,5
- Пилоподібні матеріали (цемент, пиловугіль та ін.) 0,05

Для сортованих вантажів

$$a' = \frac{a_{\min} + a_{\max}}{2} \quad (3.30)$$

де a_{\min} a_{\max} - відповідно найменший та найбільший розмір шматків.

Для рядових вантажів, якщо вага групи найбільших шматків менша за 10% ваги проби, то $a' = 0,8^{\alpha} \max$; якщо ж вага групи найбільших шматків більша за 10% ваги проби, то $a = \alpha \max$.

Значення величини початкового опору зсуву τ' бажано уточнювати в кожному окремому випадку, так як при тривалому зберіганні матеріалу (протягом кількох місяців) величина x може значно зрости.

Для деяких сипких матеріалів при зстеженні їх протягом кількох діб t має такі значення (кг/м):

- Земля формувальна 73-125
- Торф природної вологості 50
- Зерно 17
- Вугілля кам'яне сухе 33-49
- Зола 42
- Цемент 41
- Кокс 22
- Вугілля кам'яне при вологості 5-6%. 93
- Пісок 37
- Шлак 70
- Цемент 41

Потім послідовно визначаються значення необхідних власних ваг грейфера при різній кратності поліспасти, вибирається вага, який найближче підходить до мінімального за умов забезпечення достатньої міцності та жорсткості грейфера. Цим встановлюється необхідна кратність поліспасти. Якщо при великій кратності поліспасти може бути забезпечене зачерпування матеріалу грейфером, що має вагу, меншу, ніж $Q_{gr \min}$, то вибрану кратність поліспасти необхідно зменшити, збільшивши цим вага грейфера до величини $Q_{gr} > Q_{gr \min}$. Отже, розрахунковою вагою у разі буде вага $Q_{gr \min}$.

Однак можливий випадок, коли збільшення кратності поліспасти навіть до граничного значення ($a = 8$) не зменшує необхідної ваги грейфера (за умовами забезпечення його зачерпної здатності) до ваги $Q_{gr \min}$. В цьому випадку як розрахункову вагу приймають вагу грейфера Q_{gr} .

По отриманій вазі грейферу та прийнятими значеннями $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ та α_4 конструюють окремі вузли грейфера. Зведені дані за фізико-механічними показниками різних

сипких матеріалів, необхідні при розрахунках за наведеними вище формулами, наведені в додатку.

Розглянемо роботу грейфера (об'ємом 2 м^3) з різними матеріалами.

а) Для перевалки сухого великого піску ($\gamma_{\text{м}} = 1,45\text{ т/м}^3$; $a' = 2\text{ мм}$).

Ширина щелепи

$$B = \sqrt{2,4V\gamma_{\text{р}}} \quad (3.31)$$

Для дрібносипучого неущільненого матеріалу $\psi = 0,6$.

$$\psi = \frac{B}{L} = 0,6; \quad (3.32)$$

Отже, розкриття щелеп

$$L = \frac{B}{0,6} = \frac{1680}{0,6} = 2800\text{ мм}$$

Мінімальна вага грейфера з умови забезпечення достатньої міцності та жорсткості:

$$Q_{\text{гр min}} = V \frac{B}{L} \gamma_{\text{м}} \gamma_{\text{р}} a_0 \quad (3.33)$$

При виготовленні грейфера із сталі Ст. 3 ($T_0 = 1,5$)

$$Q_{\text{гр min}} = 2,5 \cdot 0,6 \cdot 1,45 \cdot 1,5 \cdot 0,8 = 2,090 \text{ т} \approx 2,1\text{ т.}$$

При виготовленні грейфера з малолегованих сталей ($T_0 = 1,2$)

$$Q_{\text{гр min}} = 2,5 \cdot 0,6 \cdot 1,45 \cdot 1,2 \cdot 0,8 = 1,670 \text{ т.}$$

Приймаємо розподіл вагів між частинами грейфера в наступних пропорціях:
 $\alpha_1 = 0,25$; $\alpha_2 = 0,2$; $\alpha_3 = 0,45$; $\alpha_4 = 0,1$.

Приймаємо щелепу, що має наприкінці змикання кут $\alpha_{\text{до}} = 12^\circ$. З урахуванням впливу задньої стінки приймаємо розрахунковий кут $\alpha_{\text{до}} = 12^\circ$. Початковий кут установки щелепи $\alpha_{\text{н}} = 90^\circ$, отже середній кут $\alpha_{\text{ср}} = 55^\circ$. Кут щелепи $\gamma = 75^\circ$.

Товщина ножа щелепи:

$$\Delta = 0,012 \gamma_M \sqrt{V_{гр}} = 0,012 \cdot 1,45 \sqrt{2} = 0,0219 \text{ м.}$$

Приймаємо $\delta = 22 \text{ мм}$.

Задаємося розміром $p/r = 1,2$ та $r^3/r = 0,8$.

$$p = \frac{L}{2 \cos(90-0)} \quad (3.34)$$

Приймаємо $p = 1450 \text{ мм}$, отже

$$r = \frac{p}{1,2} = \frac{1150}{1,2} = 1208 \text{ мм}$$

Фізико-механічні показники матеріалу, що зачерпується: коефіцієнт внутрішнього тертя $f = 0,48$ ($\varphi = 25^\circ 40'$); початковий опір матеріалу $\tau' = 0$; кут природного укосу матеріалу $\tau_0 = 45^\circ$; кут ковзання матеріалу при зачерпуванні:

$$\tau = \tau_0 - \frac{\varphi_0}{2} = 45^\circ - \frac{35^\circ}{2} = 27,5^\circ$$

Середнє заглиблення щелепи:

$$Y_{ср} = \frac{V_{гр}}{LB} = \frac{2}{2,8 \cdot 1,68} = 0,425 \text{ м} = 42,5 \text{ см}$$

Розрахунковий питомий тиск p_0 на глибині $Y_{ср}$ при розмірі шматків $\alpha' = 2 \text{ мм}$:

$$p_0 = \left[31 \gamma \gamma_0 / \alpha'^2 + c' \left(31 f_0' - \frac{1}{f_0} \right) \right] \frac{\delta + \alpha'}{\delta} =$$

$$= 31 \cdot 42,5 \cdot 0,00145 \cdot 0,7^2 \cdot \frac{2,2 + 0,2}{2,2} = 1,02 \text{ кг/см}^2.$$

Визначаємо значення коефіцієнтів док₂ і k_k:

$$k_2 = \frac{ctg^2 \tau * tg \varphi * \sin \theta}{6 \sin \alpha_{ср}} * \frac{\gamma_m Y_{ср}^2}{\delta p_0} = \frac{ctg^2 27,5^\circ * tg 25^\circ 40' \sin 75^\circ}{6 \sin 55^\circ} * \frac{\gamma_m Y_{ср}^2}{\delta p_0}$$

$$k_x = \frac{2}{3} \cdot \frac{tg \varphi}{tg 2\tau \cdot tg(\alpha_k + \varphi)} \cdot \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2 \cdot tg \alpha_k \cdot V_{гр}}{B}} =$$

$$= \frac{2}{3} \cdot \frac{tg 25^\circ 40'}{tg 27,5^\circ \cdot tg(20 + 25^\circ 40')} \cdot \frac{1}{1,68} \sqrt{\frac{2 \cdot tg 20^\circ \cdot 2}{1,68}} = 0,64$$

Приймаємо $K_p = 0,8$

Визначаємо величини R_1 та R_0 опору на ножі

$$R_1 = B \delta_{po} = 168 \cdot 2,2 \cdot 1,02 = 378 \text{ кг};$$

$$k_0 = \frac{2y_0 \operatorname{tg} \varphi_0}{3B \operatorname{tg}^2 \tau + \operatorname{tg}(\tau + \varphi)} = \frac{2}{3} \cdot \frac{37,6}{168} \cdot \frac{0,7}{0,522 \cdot 1,92} = 0,2$$

$$R_0 = \frac{1,45 \cdot 168 - 37,5^2}{10^3 \cdot 2} \cdot \frac{\operatorname{tg} 62,5^\circ}{27^\circ 30'} (1 + 0,2) = 822 \text{ кг}.$$

$$y_0 = y_{0, \text{пов}} = 0,5L \operatorname{tg} (90^\circ - \theta) = 0,5 \cdot 280 \operatorname{tg} 15^\circ = 37,5 \text{ см};$$

Визначимо узагальнену величину за формулою (3.27)

$$C = \frac{2\delta_{po} (1+k_0)}{\gamma_m B p} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot 1,02 (1+0,405)}{1,45 \cdot 10^{-3} \cdot 168 \cdot 145} = 0,178$$

Вага матеріалу, що підлягає зачерпуванню по розрахунковій ємності грейфера:

$$Q_M = V_{\text{гр}} \gamma_m = 2 \cdot 1450 = 2900 \text{ кг}.$$

Визначаємо необхідну власну вагу грейфера при поліспстності:

$$\alpha_n = 2; \eta = 0,94; n = 1,93; k\phi = 1,05.$$

За узагальненою величиною $C = 0,178$ та наведеною кратністю поліспасти $\alpha_{\text{II}}=2$ по [5] визначаємо $T_1=52$; $T_2=50$; $T_3=45$; $A_3=95$; $A_4=30$; $A_5=13$; тоді

$$Q_{\text{гр}} = \frac{Q_M [1+k\eta k\phi \frac{p}{r} \operatorname{tg}(\alpha_n + \varphi)(1+k\eta)A_3] + 2R_1 A_3 + 2k\eta k\phi \frac{p}{r} R_0 A_4}{[\alpha_1 + 0,5 \alpha_n + (n-1)] T_1 + \frac{r^3}{r} \alpha_2 T_2 + 0,5 \alpha_n T_3} =$$

$$= \frac{2900(1+0,8 \cdot 1,05 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,64 \cdot 13) + 2 \cdot 378 \cdot 95 + 2 \cdot 0,8 \cdot 1,05 \cdot 1,2 \cdot 822 \cdot 30}{(0,25+0,5 \cdot 0,1+0,93)52+0,8 \cdot 0,45 \cdot 50+0,5 \cdot 0,1 \cdot 45} = 2260 \text{ кг}$$

Таким чином, за умовами забезпечення необхідної зачерпної здатності, а також міцності та жорсткості власна вага грейфера повинна дорівнювати 2260 кг і при виготовленні його зі сталі Ст. 3 (кратність поліспасти $\alpha_{\text{II}}=2$).

Розрахуємо грейфер на перевантаженні середньокускового свіжосипаного вугілля. Розрахунок проводиться аналогічно до попереднього. Місткість $V_{гр} = 2 м^3$; матеріал, що перевантажується - середньокускове свіжонасипане вугілля (середній розмір шматків $\alpha' = 100$ мм); $\gamma_m = 1,1 т/м^3$; $\tau_0 = 45^\circ$, $\varphi_0 = 30^\circ$ ($f_0 = 0,58$); $\varphi_0 = 27^\circ 37'$ ($f_0 = 0,58$);

Кут ковзання матеріалу під час зачерпування знайдемо за формулою (3.23):

$$\tau = \tau_0 - \frac{\varphi_0}{2} = 45^\circ - \frac{30^\circ}{2} = 30^\circ; \tau' = 0.$$

Ширину щелепи, величину розкриття L , кут θ , розміри про/г, p і r^3/g , форму щелепи та розподіл ваг між частинами грейфера приймаємо за попереднім.

Перевіряємо достатність товщини ножа для роботи грейфера на двох матеріалах:

$$\delta = 0,014 \cdot 1,1 \sqrt{2} = 0,022 \text{ м.}$$

З умови міцності власна вага грейфера має бути: при виготовленні зі сталі Ст.3

$$Q_{гр \text{ min}} = 2 \cdot 0,6 \cdot 1,1 \cdot 1,5 \cdot 1,0 = 1980 \text{ кг,}$$

При виготовленні з легованої сталі

$$Q_{гр \text{ min}} = 2 \cdot 0,6 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 1580 \text{ кг.}$$

Розрахунковий питомий тиск на глибині $U_{ср} = 42,5$ см

$$P_{\varphi} = 31 \cdot 42,5 \cdot 0,0011 \cdot 0,58^2 \cdot \frac{2,2+10}{2,2} = 2,68 \text{ кг/см}^2.$$

Коефіцієнти K_2 і K_k знайдемо за формулами (3.22) та (3.25):

$$k_2 = \frac{1,732^2 \cdot 0,52 \cdot 0,965}{6 \cdot 0,819} \cdot \frac{1,1 \cdot 10^3 \cdot 42,52}{2,2 \cdot 2,68} = 0,104;$$

$$k_k = \frac{2 \cdot \lg 27^\circ 37'}{3 \cdot \lg 30^\circ \cdot \lg(20^\circ + 27^\circ 31')} \cdot \frac{1}{1,68} \sqrt{\frac{2 \cdot \lg 20^\circ \cdot 2}{1,68}} =$$

$$= \frac{2 \cdot 0,52}{3 \cdot 0,58^2 \cdot 1,091} \cdot \frac{1}{1,68} \sqrt{\frac{2 \cdot 0,3640 \cdot 2}{1,68}} = 0,53$$

Величини R_1 та R_0 знайдемо за формулами (3.1) та (3.19)

$$R_1 = 168 \cdot 2,2 \cdot 2,68 = 990 \text{ кг; } Y_{0,р,к} = 0,25L \cdot \lg(90-\theta) = 18,8 \text{ см,}$$

Приймаємо $Y_{0,розр} = 19$ см

$$k_0 = \frac{2}{3} \cdot \frac{19}{1,68} \cdot \frac{0,58}{0,582 \cdot 1,732} \approx 118 \text{ кг};$$

$$R_0 = \frac{1,1 \cdot 1,68 \cdot 19^2 \cdot \operatorname{tg} 60^\circ}{10^3 \cdot 2 \cdot \operatorname{tg} 30^\circ} (1 + k_0) = 33 \cdot \frac{1,732}{0,52} = 1,077 \approx 118 \text{ кг};$$

$$\operatorname{tg}(\alpha_n + \varphi) = \operatorname{tg} 47^\circ 37' = 0,913.$$

Узагальнюючу величину C знайдемо за формулою (3.27):

$$C = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot 2,68(1 + 0,104)}{1,1 \cdot 10^3 \cdot 1,68 \cdot 1,45} = 0,483$$

Вагу матеріалу, що підлягає зачерпуванню, визначимо за формулою (3.5):

$$Q_M = V_{\text{Гр}} \gamma_M = 2 \cdot 1100 = 2200 \text{ кг}.$$

Визначимо потрібну власну вагу грейфера при поліспапності $\alpha_n = 2$ та КПД блоків:

$$\alpha_n = 2; \eta_6 = 0,94; n = 2,83; k\phi = 1,15; C = 0,483.$$

$$T_1 = 3,0; T_2 = 2,5; T_3 = 2,9; A_3 = 6,0;$$

$$Q_{\text{Гр}} = \frac{2200(1 + 2,08) + 2 \cdot 910 \cdot 6 + 2 \cdot 0,96 \cdot 1,15 \cdot 118 \cdot 1,22}{(0,25 + 0,05 + 1,83)3 + 0,36 \cdot 2,55 + 0,05 \cdot 2,9} = 2550 \text{ кг},$$

Наведений вище розрахунок дозволяє зробити такі висновки:

1) Якщо грейфер виготовити для навантаження піску та вугілля, його вага має бути 2260 кг.

2) Якщо грейфер виготовити тільки для навантаження вугілля, його вага має бути 1980 кг при виготовленні зі сталі Ст.3 (кратність поліспапу $\alpha_n = 2$) або 1580 кг при виготовленні з малолегованої сталі.

3) Якщо грейфер зробити для навантаження піску, його вага має бути 2165 кг при виготовленні зі сталі Ст.3 ($\alpha_n = 2$) або 1670 кг при виготовленні з малолегованої сталі

Таким чином, найбільш раціональним є грейфер, обраний п.1.

Перевірочний розрахунок одноканатного грейфера

Перевірочний розрахунок проводиться, якщо потрібно з'ясувати, якою є зачерпна здатність грейфера, вага і параметри якого відомі, коли він працює на сипучих матеріалах з різною опірністю до зачерпування ρ_0 .

Для однієї половини грейфера вага матеріалу, який може зачерпнути, визначаємо за формулою(3.33):

$$Q_{x \max} = \frac{B T_1 Q + \frac{r_3}{r} \alpha_3 T_2 Q + 0,5 \alpha_2 T_3 Q \cdot R_1 A_3 - k r k \phi \frac{p}{r} R_0 A_4}{1 + k r k \phi \operatorname{tg}(\alpha_k + \varphi)(1 + k k) A_5}$$

Для всього грейфера $Q_M = 2Q_{x \max}$.

Зачерпну здатність грейфера слід визначати методом двох послідовних наближень, оскільки узагальнююча величина, за якою визначають коефіцієнти T_1, T_2, T_3, A_3, A_4 та A_5 , сама залежить від коефіцієнта k_2 , що залежить, у свою чергу, від ваги матеріалу, що зачерпується.

Визначаємо величину первісного заглиблення y_0 , що відповідає силовим можливостям даного грейфера (критичної глибини занурення).

Вихідним для цього є така формула (3.35):

$$E_1 = E_2 \frac{y_0}{p} + E_3 \frac{y_0^2}{p^2} + \frac{y_0^3}{p^3}, \quad (3.35)$$

Визначаємо за формулами значення коефіцієнтів E_1, E_2 та E_3 , далі за номограмою або розрахунковим шляхом за формулою Кардано-Тартальї визначають величину $z = y_0/p$, звідки $y_0 = zp$.

Визначимо зачерпну здатність грейфера ємністю $V_{гр} = 2,0$ м³.

$$Q_{гр} = 2260 \text{ кг}; G_2 = 400 \text{ кг}; G_T = 798 \text{ кг}; G_{ч} = 798 \text{ кг}; G_{ч} = 500 \text{ кг};$$

$$G_{гр} = 300 \text{ кг}; \delta = 2,2 \text{ см}; L = 280 \text{ см}; B = 134,4 \text{ см}; r = 129 \text{ см}; r_3 = 93 \text{ см};$$

$$p = 130 \text{ см}; l = 182 \text{ см}; \beta_H = \beta_0 = -40^\circ; \alpha_H = 90^\circ; \alpha_k = 12^\circ; \theta = 70^\circ; \beta_k = 38^\circ;$$

$$\gamma_3 = 24^\circ; \gamma = 53.$$

Визначаємо

$$Q_1 = \frac{G_2}{2} = 200 \text{ кг} \quad \alpha_1 = \frac{Q_1}{Q} = 0,16;$$

$$Q_2 = \frac{G_7}{2} = 399 \text{ кг} \quad \alpha_2 = \frac{Q_2}{Q} = 0,32;$$

$$Q_3 = G_9 = 500 \text{ кг} \quad \alpha_3 = \frac{Q_3}{Q} = 0,16;$$

$$Q_4 = \frac{G_{11}}{2} = 150 \text{ кг} \quad \alpha_4 = 0,12$$

$$Q_B = \frac{Q_4}{2} = Q_D = 75 \text{ кг}$$

З урахуванням впливу днища приймаємо для розрахунків $\alpha_H = 20^\circ$.

Розрахуємо рейфер на навантаженні каменю.

Дані щодо матеріалу:

$\gamma_M = 1,28 \text{ т/м}^3$; $\varphi_0 = 32^\circ$ ($f_0 = 62$); $\varphi_0 = 25^\circ$ ($f_0 = 62$); $\tau' = 20 \text{ кг/м}^3$; $\tau = \tau_0 - \varphi_0' = 45^\circ - 16^\circ = 29^\circ$; $\alpha_{\kappa+\varphi} = 20 + 25 = 45^\circ$; розмір шматків $\alpha' = 180 \text{ мм}$.

Визначаємо величину R_0 і k_0 :

$$R_0 = \frac{\gamma_M B y_0^2}{2} \cdot \frac{\text{tg}(\tau + \varphi_0)}{\text{tg} \tau} (1 + k_0) \quad (3.36)$$

$$k_0 = \frac{2}{3} \cdot \frac{y_0 \text{tg} \varphi_0}{B \text{tg}^2 \tau \text{tg}(\tau + \varphi_0)} \quad (3.37)$$

Для обчислення R_0 і k_0 необхідно визначити величину початкового заглиблення y_0 .

Для початку необхідно обчислити коефіцієнти E_1 , E_2 та E_3 :

$$E_1 = \frac{QH_{20}}{H_{30} E' 1 p^3} - \frac{B \delta C 2}{E' 1 p^3}; \quad (3.38)$$

$$H_{20} = \left[\frac{Q_D Q_1}{Q} + (n - 1) \right] E_0 + \frac{Q_3 \gamma_3}{Q_r} \cos(\beta_0 \gamma_3) + \frac{Q_B}{Q} \cos \beta_0; \quad (3.39)$$

Индекс 0 означает, что розглядається початкове становище. У формулу визначення E_0 входить кут ψ_0 :

$$\sin \psi_0 = \frac{r \cos \beta_0}{l} = \frac{129 \cdot 0,766}{182} = 0,543; \psi_0 = 32^\circ$$

$$E_0 = 0,766 - 0,625(-0,642) = 1,168$$

$$\beta_0 + \gamma_3 = -40 + 24 = -160;$$

$$\cos(\beta_0 + \gamma_3) = 0,961$$

$$H_{23} = \left[\frac{75 + 200}{1249} + (5,19 - 1) \right] 1,168 + \frac{500}{1249} \cdot \frac{93}{129} \cdot 0,961 + \frac{75}{1249} \cdot 0,766 = 5,46$$

$$H_{30} = \frac{p}{r} + (n-1) \cos(\beta_0 + \gamma_3) E_0 = \frac{130}{129} + 4,19 \cdot 0,961 \cdot 1,168 = 5,69;$$

$$C_2 = 0,325 \text{ кГ/см}^2 = 3250 \text{ кГ/м}^2.$$

$$D_2 = \frac{\text{tg } \varphi \cdot \sin \theta}{6 \text{tg} 2\tau - \sin \alpha \Pi} + \frac{0,47 \cdot 0,974}{6 \cdot 0,554^2 - 1} = 0,25$$

$$E'_1 = \frac{2D_2 \gamma_M}{\sin(\beta_0 + \gamma)} + \frac{b_1 \gamma_M \Pi_0 H_{40}}{H_{30}}$$

$$b_1 = kpk\phi \frac{p}{r} = 0,8 \cdot 1,6 \frac{130}{129} = 1,28;$$

$$\Pi_0 = \frac{\operatorname{tg}(\tau + \varphi_0)}{2 \operatorname{tg} \tau} = \frac{\operatorname{tg} 61^\circ}{2 \operatorname{tg} 29^\circ} = \frac{1,8}{2 \cdot 0,554} = 1,62$$

$$H_{40} = \frac{x}{x_0} \sin(\beta + \gamma); \quad \frac{x}{x_0} = 1; \quad H_{40} = 0,225;$$

$$F' = \frac{2 \cdot 0,25 \cdot 1280}{0,225} + \frac{1,28 \cdot 1280 \cdot 1,62 \cdot 0,025}{5,69} = 2945 \text{ кг/м}^3$$

$$E_1 = \frac{1249 \cdot 5,46}{5,69 \cdot 2945 \cdot 1,3^3} + \frac{1,344 \cdot 0,022 \cdot 3250}{2945 \cdot 1,3^3} = 0,18;$$

$$E_2 = \left(\frac{2\delta C_2}{\sin(\beta_0 + \gamma)} + E\delta C_1 \right) \frac{1}{E' p^2} = \left(\frac{2 \cdot 0,022 \cdot 3250}{0,225} + 1,344 \cdot 0,022 \cdot 13900 \right) \cdot \frac{1}{2945 \cdot 1,3^2} = (644 + 4100) \frac{1}{5000} = 0,948;$$

$$E_3 = \left(\frac{C_1 2\delta}{\sin(\beta_0 + \gamma)} + b_{17} \gamma \Pi_0 \frac{H_{40}}{H_{30}} \right) \frac{1}{E' p} = \left(\frac{139000 \cdot 2 \cdot 0,022}{0,225} + 1,28 \cdot 1280 \cdot 1,344 \cdot 1,62 \frac{0,225}{5,69} \right) \frac{1}{2945 \cdot 1,3} = (27200 + 141) \frac{1}{3830} = 7,4.$$

Після підстановки значень E_1 , E_2 і E_3 рівняння набуде вигляду:

$$0,18 - \frac{y_0}{p} = 0,948 + \frac{y_0^2}{p^2} \cdot 7,4 + \frac{y_0^3}{p^3} \quad (3.40)$$

$y_0/p = 0,11$; $y_0 = 1,3 \cdot 0,115 = 0,145$ м; тоді

$$k_0 = \frac{2 \cdot 14,5}{3 \cdot 134,4} \cdot \frac{0,62}{0,554^2 \cdot 1,3} = 0,082;$$

$$R_D = \frac{1,28 \cdot 1,344 \cdot 0,145^2}{2} \cdot \frac{1,8}{0,554} (1+0,082) 0,063 = 63 \text{ кг}.$$

Для визначення Q_M , приймаємо $Q_x \text{ max} = 500 \text{ кг}$;

$$V_1 = \frac{0,5}{1,28} = 0,39 \text{ м}^3;$$

$$y_{cp} = \frac{0,39}{1,344 \cdot 1,42} = 0,204 \text{ м} = 20,4 \text{ см};$$

$$\rho_0 = [31 \cdot 20,4 \cdot \frac{1,28}{10^3} \cdot 0,62^2 + 0,002(3 \cdot 0,62 - \frac{1}{0,62}) \cdot \frac{2,2 \cdot 18}{2,2}] = 3,18 \text{ кг/см}^3;$$

$$R_1 = B \delta \rho_0 = 134,4 \cdot 2,2 \cdot 3,18 = 945 \text{ кг};$$

$$k_2 = \frac{\text{ctg}^2 \tau \text{ tg} \varphi \sin \theta}{6 \sin \alpha_{cp}} \cdot \frac{\gamma_M y_{cp}^2}{\delta \rho_0} = \frac{1,82 \cdot 0,47 \cdot 0,974}{6 \cdot 0,819} \cdot \frac{1,28 \cdot 20,4^2}{10^3 \cdot 2,2 \cdot 3,18} = 0,023$$

$$k_3 = \frac{2}{3} \cdot \frac{\text{tg} 2\varphi}{\text{tg} \tau \text{ tg}(\alpha_k + \varphi) B} \cdot \frac{2 \text{tg} \alpha_k V_1}{B} = \frac{2 \cdot 0,47}{3 \cdot 0,554 \cdot 1 \cdot 1,344}$$

$$\frac{2 \cdot 0,364 \cdot 0,39}{1,344} = 0,44;$$

$$C = \frac{2 \delta \rho_0 (1+k_2)}{\gamma_M B \rho} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot 3,18 (1+0,023) 1000}{1,28 \cdot 134,4 \cdot 130} = 0,64.$$

Для $C = 0,64$ та $n = 5,19$ маємо: $T_1 = 2,2$; $T_2 = 1,7$; $T_3 = 2,25$; $A_3 = 6,1$; $A_4 = 0,85$; $A_5 = 1,05$. Підставляємо у формулу, маємо:

$$V_2 = \frac{900}{1,28} = 0,7 \text{ м}^3;$$

$$y_{cp} = \frac{0,7}{1,344 \cdot 1,42} = 36,8 \text{ см};$$

$$p_0 = \left[31 \cdot 36,8 \cdot \frac{1,28}{10^3} \cdot 0,62^2 + 0,002 \left(31 \cdot 0,62 \cdot \frac{1}{0,62} \right) \right] \frac{2,2+18}{2,2} = 5,5 \text{ кг/см}^2;$$

$$R_1 = 134,4 \cdot 2,2 \cdot 5,5 = 1620 \text{ кг};$$

$$k_2 = 0,304 \cdot \frac{1,28}{10^3} \cdot \frac{36,8^2}{2,2 \cdot 5,5} = 0,045;$$

$$k_k = 1,01 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,364 \cdot 0,7}{1,344}} = 1,01 \sqrt{0,38} = 0,63;$$

$$C = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot 5,5 (1 + 0,045) 1000}{1,28 \cdot 134,4 \cdot 130} = 1,08.$$

Для $C \sim 1,08$ і $\mu = 5,19$ $T_1 = 0,6$; $T_2 = 0,5$; $T_3 = 0,61$; $A_3 = 1,6$; $A_4 = 0,25$; $A_5 = 0,35$; тоді

$$Q_{x_2} = \frac{3300 + 180 + 45 - 2580 - 20}{1 + 0,55} = \frac{925}{1,55} \approx 600 \text{ кг};$$

$$Z_2 = 900 - 600 = 300 \text{ кг}; \quad Z_1 = 500 - 2840 = -2340 \text{ кг};$$

$$Q_{x_{\max}} = \frac{300 \cdot 500 - (-2340 \cdot 900)}{300 - (-2340)} = \frac{150000 + 2136000}{2640} = 845 \text{ кг};$$

Отже, загальна вага зачерпнутого матеріалу

$$Q_M = 2 \cdot 845 = 1690 \text{ кг}.$$

Коефіцієнт заповнення

$$V_{\kappa} = \frac{1690}{1280} = 1,32;$$

Визначимо значення коефіцієнтів N_1 , N_2 та N_3 :

$$N_1 = \frac{Q_{x_{max}} \frac{H_{1K}}{H_{3K}} + Q \frac{H_{2K}}{H_{3K}} - B \delta C_2 - b_1 Q_{x_{max}} \operatorname{tg}(\alpha_K + \varphi) (1 - D_K \frac{h_K}{B}) \frac{H_{1K}}{H_{3K}}}{N' \rho^3}$$

$$D_K = \frac{2}{3} \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg}^2 \tau \operatorname{tg}(\alpha_K + \varphi)} = \frac{2 \cdot 0,47}{3 \cdot 0,554^2 \cdot 1} = 1,03$$

$$D_2 = \frac{\operatorname{tg} \varphi \sin \theta}{6 \operatorname{tg}^2 \tau \sin \alpha_K} = \frac{0,47 \cdot 0,975}{6 \cdot 0,554^2 \cdot 0,342} = 0,73$$

$$H_{1K} = (n-1)E_K + \frac{r_3}{r} \cos(\beta_K + \gamma_3) = (5,19-1)0,37 + \frac{93}{129} \cdot 0,467 = 1,89;$$

$$E_K = \cos \beta_K + \operatorname{tg} \psi_K \sin \beta_K = 0,788 - 0,684 \cdot 0,615 = 0,37;$$

$$\psi = 34^\circ 24'; \operatorname{tg} \psi = 0,6847;$$

$$\sin \psi_K = \frac{r \cos \beta_K}{L} = \frac{129 \cdot 0,788}{182} = 0,564;$$

$$H_{2K} = \left[\frac{Q_D - Q_1}{Q} + (n-1) \left(E_K + \frac{Q_3}{Q} \cdot \frac{r_3}{r} \cos(\beta_K + \gamma_3) \right) + \frac{Q_R}{Q} \cos \beta_K = \right.$$

$$\left. = \left[\frac{275}{1249} + (5,19-1) \right] 0,37 + \frac{500-93-0,469}{1249-129} + \frac{75}{1249} \cdot 0,788 = 1,85;$$

$$E_K = \frac{130}{129} + (5,19-1) \cos 91^\circ \cdot 0,37 \approx 1;$$

$$H_{5K} = \left(1 - \frac{x}{x_0} \right) \sin(\beta_K + \gamma) - 1; b_1 - k \rho k \phi \cdot \frac{\rho}{r} = 1,28;$$

$$C_2 = \tau' \left(31 f_0 - \frac{1}{f_0} \right) \frac{\delta + \alpha'}{\delta} = 0,002 \left(31 \cdot 0,62 - \frac{1}{0,62} \right) \frac{2,2 - 18}{2,2} = 0,002 \cdot 17,6 \frac{20,2}{2,2} = 3250 \text{ кг/м}^2;$$

$$C_1 = 31 \gamma_3 f_0^2 \left(\frac{\delta + \alpha'}{\delta} \right) = 31 \cdot 1280 \cdot 0,62^2 \left(\frac{2,2 + 18}{2,2} \right) = 139\,000 \text{ кг/м}^2;$$

$$V_k = \frac{845}{1280} = 0,66 \text{ м}^3;$$

$$h_k = \sqrt{\frac{2 \lg \alpha_k V_k}{B}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,364 \cdot 0,66}{1344}} = 0,6;$$

$$N_1 = \frac{1600 + 2320 \cdot 96 - 1,28 \cdot 845 \cdot \left(1 + 1,03 \frac{0,6}{1,344} \right)}{1870 \cdot 1,3^3} = 0,546;$$

$$N_2 = \frac{B \delta C_1 - \frac{2 \delta C_2}{\sin(\beta_k + \gamma)}}{N' p^2} = \frac{1,344 \cdot 0,022 \cdot 139\,000 - \frac{2 \cdot 0,022 \cdot 3250}{1}}{1870 \cdot 1,3^2} = 1,2;$$

$$N_3 = \frac{2 \delta C_2}{N' p^2 \sin(\beta_k + \gamma_3)} = \frac{2 \cdot 0,022 \cdot 139\,000}{1870 \cdot 1,3 \cdot 1} = \frac{6100}{2430} = 2,5.$$

За номограмою визначаємо $u_k/p = 0,204$; отже,

$$u_k = 0,204 \cdot 1,3 = 0,265 \text{ м.}$$

Визначаємо коефіцієнти a та b для побудови кривої зачерпування

$$a = \frac{6 Q_{x_{\max}}}{\gamma_3 B x_{\max}^2} - \frac{2(\gamma_k + 2\gamma_0)}{x_{\max}} = \frac{6 \cdot 845}{1280 \cdot 1,344 \cdot 1,4^2} - \frac{2(0,265 + 2 \cdot 0,145)}{1,42} = 0,677;$$

$$b = \frac{3(\gamma_k + \gamma_3)}{x_{\max}} - \frac{6 Q_{x_{\max}}}{\gamma_3 B x_{\max}^2} = \frac{3(0,265 + 0,145)}{1,42^2} - \frac{6 \cdot 845}{1280 \cdot 1,344 \cdot 1,42^3} = -0,418;$$

$$Y = Y_0 + a (X_{\max} - x) + b (X_{\max} - x)^2;$$

$$Y = 0,145 + 0,677 \cdot 0,12 - 0,418 \cdot 0,12^2 = 0,145 + 0,081 - 0,006 = 0,22;$$

$$y = 0,145 + 0,677 \cdot 0,22 - 0,418 \cdot 0,22^2 = 0,145 + 0,149 - 0,02 = 0,27;$$

$$y = 0,145 + 0,677 \cdot 0,42 - 0,418 \cdot 0,42^2 = 0,145 + 0,285 - 0,074 = 0,356;$$

$$y = 0,145 + 0,677 \cdot 0,62 - 0,418 \cdot 0,62^2 = 0,145 + 0,42 - 0,16 = 0,4;$$

$$y = 0,145 + 0,677 \cdot 0,82 - 0,418 \cdot 0,82^2 = 0,145 + 0,555 - 0,282 = 0,418;$$

$$y = 0,145 + 0,677 \cdot 1,02 - 0,418 \cdot 1,02^2 = 0,145 + 0,69 - 0,435 = 0,4;$$

$$y = 0,145 + 0,677 \cdot 1,22 - 0,418 \cdot 1,22^2 = 0,145 + 0,825 - 0,62 = 0,35;$$

$$y = 0,145 + 0,677 \cdot 1,42 - 0,418 \cdot 1,42^2 = 0,145 + 0,96 - 0,84 = 0,265.$$

За отриманими значеннями ординат занурення щелепи протягом процесу зачерпування будуємо криву зачерпування 1.

Грейфер працює на перевантаженні кам'яного вугілля

Великою $a' = 80 \text{ мм}$; $u_M = 1,02 \text{ м/м}^3$; $\varphi = 25^\circ$ ($f = 0,47$); $\varphi_0 = 29^\circ$ ($f_0 = 0,55$); $\tau' = 0$; $\tau = 45^\circ - 2972 = 30^\circ 30'$.

Визначаємо величини, що входять до формули для обчислення R_0 . Аналогічно знаходимо основні величини, що залежать тільки від геометричних та вагових параметрів грейфера: $E_0 = 1,168$; $H_{20} = 5,46$; $H_{30} = 5,69$; $b_1 = 1,28$; $H_{40} = 0,225$, і величини, що залежать від роду матеріалу, що перевантажується: $C_2 = 0$, $D_2 = 0,25$; $\Pi_0 = 1,62$.

$$E_1 = \frac{2 \cdot 0,25 \cdot 1020}{0,225} + \frac{1,28 \cdot 1020 \cdot 1,62 \cdot 0,225}{5,69} = 2260 + 84 = 2344 \text{ кг/м}^3$$

$$E_1 = \frac{1249 \cdot 5,46}{5,69 \cdot 2344 \cdot 1,3^2} = 233;$$

$$C_1 = 31 \cdot 1020 \cdot 0,55^2 \left(\frac{0,022 + 0,08}{0,022} \right) = 44500 \text{ кг/м}^3;$$

$$F_2 = 1,344 \cdot 0,022 \cdot 44500 \cdot \frac{1}{2344 \cdot 1,3^2} = 0,335;$$

$$E_2 = \left(\frac{44500 \cdot 2 \cdot 0,022}{0,225} + 1,28 \cdot 1020 \cdot 1,344 \cdot 1,62 \cdot \frac{0,225}{5,69} \right) \cdot \frac{1}{2344 \cdot 1,3} = 2,8.$$

Після спрощення рівняння набуде наступного вигляду:

$$0,233 = \frac{y_0}{p} \cdot 0,335 + \frac{y_0^2}{p^2} \cdot 2,88 + \frac{y_0^3}{p^3}$$

$y_0/p = 0,20$; $y_0 = 1,3 \cdot 0,20 = 0,26$ м; тоді

$$k_0 = \frac{2}{3} \cdot \frac{30}{134,4} \cdot \frac{0,55}{0,599^2 \cdot 1,7} = 0,141;$$

$$R_0 = \frac{1,02 \cdot 1,344 \cdot 0,3^2}{2} \cdot \frac{1,7}{0,589} (1+0,141) = 0,204 \text{ м} = 204 \text{ кГ.}$$

Для определения Q_m , примем $Q_{\text{max}1} = 450$ кг;

$$V_1 = \frac{450}{1020} = 0,441 \text{ м}^3;$$

$$y_{\text{ор}} = \frac{0,441}{1,344 \cdot 1,42} = 0,231 \text{ м} = 23,1 \text{ см};$$

$$p_0 = [31 \cdot 23,1 \cdot \frac{1,02}{10^3} \cdot 0,55^2] \cdot \frac{2,2 \cdot 8,0}{2,2} = 1,02 \text{ кГ/см}^2;$$

$$R_1 = 134,4 \cdot 2,2 \cdot 1,02 = 300;$$

$$k_2 = \frac{1,7 \cdot 0,47 \cdot 0,974}{6 \cdot 0,819} \cdot \frac{1,02}{10^3} \cdot \frac{23,1^2}{2,2 \cdot 1,02} = 0,038;$$

$$k_x = \frac{2}{3} \cdot \frac{\text{tg} 2\varphi}{\text{tg} \varphi \cdot \text{tg}(\text{акт} + \varphi) B} \cdot \sqrt{\frac{2 \text{tg} \text{акт} V_1}{B}} = \frac{2 \cdot 0,47}{3 \cdot 0,554 \cdot 1,344}$$

$$\frac{2 \cdot 0,364 \cdot 0,39}{1,344} = 0,44;$$

$$C = \frac{28 p_0 (1+k_0)}{\gamma_w B p} = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot 3,18 (1+0,023) 1000}{1,28 \cdot 134,4 \cdot 130} = 0,64.$$

Для $C = 0,267$; $a_n = 6$ та $n = 5,19$ Визначаємо $T_1 = 80$; $T_2 = 75$; $T_3 = 58$; $A_3 = 320$; $A_4 = 25$ та $A_5 = 19$;

$$Q_{x1} = \frac{440000 + 27000 + 4350 - 96000 - 6550}{1 + 32,6} = 10900 \text{ кг.}$$

При $Q_{\text{max}} = 600$ кг;

$$V_1 = \frac{600}{1020} = 0,59 \text{ м}^3;$$

$$y_{\text{cp}} = \frac{0,59}{1,344 \cdot 1,42} = 30,9 \text{ см};$$

$$p_0 = 31 \cdot 30,9 \cdot \frac{1,02}{10^3} \cdot 0,55^2 \cdot \frac{2,2 + 8}{2,2} = 1,37 \text{ кг/см}^3$$

$$R1 = 134,4 \cdot 2,2 \cdot 1,37 = 400 \text{ кг};$$

$$k_1 = 0,053; k_h = 0,67 \cdot 0,565 = 0,378;$$

$$C = \frac{2 \cdot 2,2 \cdot 1,37(1 + 0,053)1000}{1,02 \cdot 134,4 \cdot 130} = 0,357;$$

$$Q_{\text{с}2} = \frac{72750 + 4140 + 1075 - 2040 - 1390}{1 + 0,8 \cdot 1,6 \cdot \frac{130}{129} (1 + 0,357)6,8} = 5820 \text{ кг};$$

$$Z_1 = 450 - 10900 = -10450;$$

$$Q_{\text{max}} = \frac{-5220 \cdot 450 - (-10450)600}{-5220 - (-10450)} = 815 \text{ кг};$$

$$Q_{\text{м}} = 815 \cdot 2 = 1630 \text{ кг};$$

$$V_{\text{м}} = \frac{1630}{1020} = 1,6 \text{ м}^3$$

Коефіцієнт заповнення

$$V = \frac{1,6}{1,5} = 1,06$$

Величини, що залежать від матеріалу (з варіанта I):

$$H_{1\text{к}} = 1,89; \psi = 34^{\circ}21'$$

$$E_x = 0,37; H_{2\text{к}} = 1,85; H_{3\text{к}} = 1; H_{5\text{к}} = 1; b_1 = 1,28; C_2 = 0 \text{ (так как } \tau' = 0);$$

$$C_1 = 44500 \text{ кг/м}^3;$$

$$V_x = \frac{8:5}{1020} = 0,8 \text{ м}^3$$

$$b_k = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,364 \cdot 0,8}{1,344}} = 0,66;$$

$$D_k = \frac{2}{3} \cdot \frac{0,47}{0,589^2 - 1} = 0,91;$$

$$D_2 = \frac{0,47 \cdot 0,975}{6 \cdot 0,589^2 \cdot 0,342} = 0,647;$$

$$N'_1 = \frac{2 \cdot 0,647 \cdot 1020}{1} = 1325 \text{ кг/м}^3;$$

$$E_1 = \frac{815 \frac{1,89}{1} + \frac{124}{9} \cdot \frac{1,85}{1} - 1,28 \cdot 815(1 + 0,91) \frac{0,66}{1,344}}{1325 \cdot 1,3^3} =$$

$$= \frac{1550 + 2300 - 1508}{1325 \cdot 1,3^3} = 1,045;$$

$$N_2 = \frac{1,344 \cdot 0,022 \cdot 44500}{1325 \cdot 1,3^2} = 0,59;$$

$$N_3 = \frac{2 \cdot 0,022 \cdot 44500}{1325 \cdot 1,3} = 1,135.$$

$y_{доп} = 0,45$; $y_{к} = 1,3 \cdot 0,45 = 0,585 \text{ м}$; топк :

$$a = \frac{6 \cdot 815}{1020 \cdot 1,344 \cdot 1,42^2} - \frac{2(0,585 + 2 \cdot 0,26)}{1,42} = 1,77 - 1,55 = 0,22;$$

$$b = \frac{3(0,585 - 0,26)}{1,42^2} - \frac{6 \cdot 815}{1020 \cdot 1,344 \cdot 1,42^2} = 1,25 - 1,24 = 0,01;$$

$$y = 0,26 + 0,22 \cdot 0,12 + 0,01 \cdot 0,12^2 = 0,26 + 0,026 + 0,0001 = 0,28;$$

$$y = 0,26 + 0,22 \cdot 0,22 + 0,01 \cdot 0,22^2 = 0,26 + 0,048 + 0,00012 = 0,31;$$

$$y = 0,26 + 0,22 \cdot 0,42 + 0,01 \cdot 0,42^2 = 0,26 + 0,092 + 0,00016 = 0,35;$$

$$y = 0,26 + 0,22 \cdot 0,62 + 0,01 \cdot 0,62^2 = 0,26 + 0,136 + 0,004 = 0,4;$$

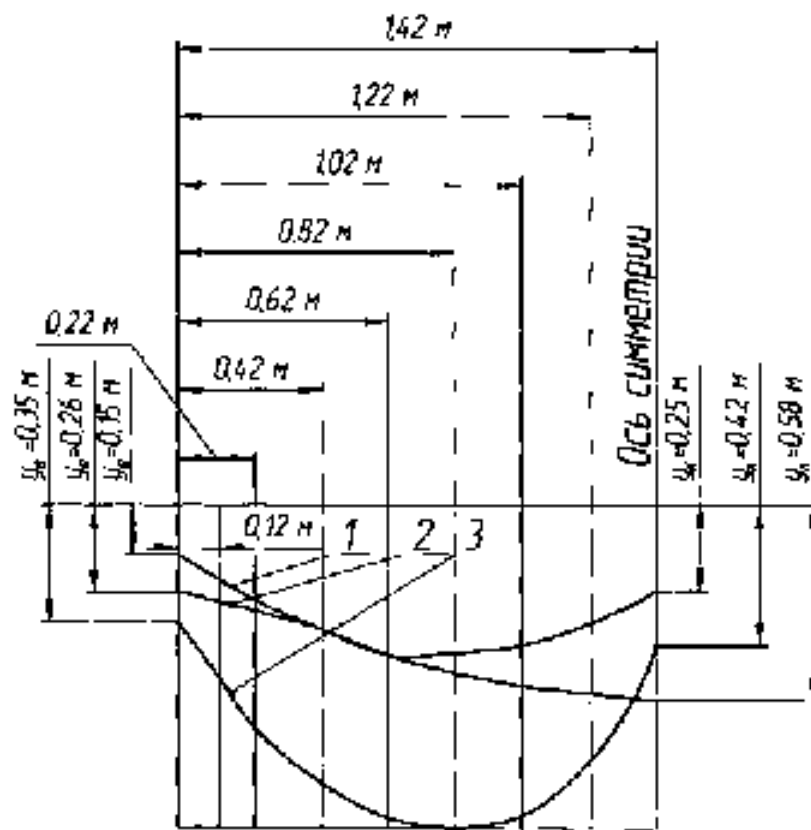
$$y = 0,26 + 0,22 \cdot 0,82 + 0,01 \cdot 0,82^2 = 0,26 + 0,18 + 0,006 = 0,44;$$

$$y = 0,26 + 0,22 \cdot 1,02 + 0,01 \cdot 1,02^2 = 0,26 + 0,22 + 0,01 = 0,49;$$

$$y = 0,26 + 0,22 \cdot 1,22 + 0,01 \cdot 1,22^2 = 0,26 + 0,27 + 0,014 = 0,534;$$

$$y = 0,26 + 0,22 \cdot 1,42 + 0,01 \cdot 1,42^2 = 0,26 + 0,31 + 0,015 = 0,585;$$

За отриманими даними будемо криву зачерпування 2. Аналогічно розраховуємо для піску і будемо криву 3.



Малюнок 3.2 – Криві зачерпування для каменю (1), вугілля (2).

4 ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

4.1 Визначення річного обсягу випуску деталей, розмір партії деталей та типу виробництва.

Річний обсяг випуску деталей з урахуванням постачання запасних частин ремонтним та експлуатаційним господарствам, розраховується за формулою:

$$N = m \cdot M \left(1 + \frac{\gamma + \delta}{100}\right), \quad (4.1)$$

де m – кількість однойменних деталей на одній машині $m = 2$ шт;

M - кількість машин, що виготовляються за рік 20;

γ - кількість деталей виготовлених як запасні частини у відсотках (20-30%);

δ - Відсоток можливого шлюбу при обробці ($\delta = 1-3\%$).

Річний обсяг випуску деталей дорівнює

$$N = 2 \cdot 20 \left(1 + \frac{20+3}{100}\right) = 98 \text{ шт.}$$

Розмір партій деталей, що одночасно запускаються у виробництво:

$$n = \frac{N \cdot t}{\Phi} \quad (4.2)$$

де t - кількість робочих днів, на яких необхідно мати для безперебійної роботи складального цеху для середніх деталей $t = 10$ днів; Φ - число робочих днів на рік, $\Phi = 247$

$$n = \frac{98 \cdot 10}{247} = 4 \text{ шт.}$$

Залежно від кількості деталей у партії та розмірів по т 2.2 п/в щодо виконання технологічного розділу дипломних проектів обираємо дрібносерійне виробництво.

4.2 Обґрунтування способу одержання заготівлі.

Ця деталь виготовлялася з великого прокату 45 мм. Саме цей спосіб отримання заготовки обумовлений тим, що прокат та отримана в процесі подальшої обробки вісь має однакову форму перерізу.

Діаметр прокату вибираємо рівним 45% для того, щоб уникнути зняття великого шару кількості металу, що дозволяє економити на металі, не доводячи процесу обробки до розточування металу, що економічно доцільно.

4.3 Визначення розміру припусків на обробку поверхонь.

Величина лінійного припуску на обробку поверхні тіла обертання визначається за такою формулою:

$$2Z_{\min} = 2(Z_{i-1} + T_{i-1} \sqrt{c_{i-1}^2 + E_i^2}), \quad (4.3)$$

де T - Глибина дефектного поверхневого шару, отриманого на попередньому переході або виготовленні заготовки;

R - висота нерівностей поверхонь на попередньому переході;

Z - сумарність просторових відхилень взаємозалежних поверхонь, що залишилися після виконання попереднього переходу;

E - похибка установки заготовки під час виконаного переході.

Мінімальний припуск на чорнове точення:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (150 + 250 + \sqrt{(1,3 \cdot 160)^2 + 190^2}) = 2412,8 \text{ Мкм};$$

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (60 + 60 + \sqrt{95^2 + 120^2}) = 480 \text{ Мкм};$$

Загальний припуск дорівнює $Z_{\min} = 2148,8 \text{ Мкм}$

Максимальний припуск на обробку розраховується за такою формулою:

$$Z_{\max} = Z_{\min} + \delta_{i-1-0,9} \quad (4.4)$$

де δ_{i-1} - допуск за розміром на попередньому переході;

δ_i - допуск за розміром на допоміжному переході.

Максимальний припуск чорнове точення:

$$Z_{\max} = Z_{\min} + \delta_{i, \dots, i}$$

$$Z_{\max} = 701 + 500 - 340 = 861 \text{ Мкм}$$

Максимальний припуск на чистове точення:

$$Z_{\max} = 240 + 340 + 170 = 410 \text{ Мкм}$$

Максимальний припуск на шліфування:

$$Z_{\max} = 130 + 170 - (-9) = 309 \text{ Мкм}$$

$$Z_{\max} = 2 (861 + 410 + 309) = 3160 \text{ Мкм}$$

Справжній припуск на обробку партії заготовель змінюється від Z_{\max} до Z_{\min} .

Стандартний прокат великий $\varnothing 45$.

Припуск на розрізання деталі та механічну обробку деталі торця вибираємо з таблиці № 24.

Припуск на різання – 4 мм.

Припуск на механічну обробку торця – 2мм.

Разом розрахункова довжина дорівнює:

$$L = 174 + 4 + 2 = 180 \text{ мм.}$$

4.4 Визначення режимів обробки заготовлі

При роботі за верстатом розрізняють такі режими: різання, встановлюється в такій послідовності:

- 1) Визначається глибина різання;
- 2) Виходячи з глибини, встановлюється подача;
- 3) По глибині, подачі та стійкості інструменту визначається швидкість, сила та потужність різання.

Подача при чорновій обробці вибирається з урахуванням факторів, що її обмежують.

Жорсткість та міцність системи, потужність приводу верстата. При чистовій обробці тах допустима подача, виходячи з частоти обробки, визначається за формулою:

$$S = \frac{C_H R^y N^u}{t \varphi^x \varphi_1^z}$$

де S-тах висота мікронерівностей на оброблюваній поверхні, Мкм;

R-радіус закруглення при вершині різця в плані, мм;

t – глибина різання, мм;

φ, φ_1 - головний та допоміжний кут у плані різця;

C_H, x, y, u, z – коефіцієнти ступеня, що залежать від обробки матеріалу.

Для сталі C_H = 0,008; y = 1,4; t_a = 0,7; x = 0,1; z = 0,35.

Подачу при чорновому точенні вибираємо за таблицею (0,5 - 0,9) мм/про.

Вибираємо верстат токарно-гвинторізний 1К62.

Технічна характеристика

Число оборотів, об/хв	(9-1800)
Число ступенів оборотів	21
Число ступенів подач	16
Подача, мм/про	(0,065-0,91)

Подача при чистовому точенні:

$$S = \frac{0,008 \cdot 60^{1,4} \cdot 2^{0,7}}{0,309^{0,1} \cdot 45^{-0,35} \cdot 20^{0,35}} = 0,417 \text{ мм/об.}$$

Вибрана подача для чорнового та розрахункова для чистового коригується верстатом, для цього складається ряд подач:

$$P_i = P_{i-1} \cdot \varphi \tag{4.6}$$

де φ - коефіцієнт геометричної похибки,

$$\varphi = z^{-1} \sqrt{S_{\max}/S_{\min}}, \quad (4.7)$$

де S_{\max} , S_{\min} - відповідно max та min значення подач; z -число ступенів подач.

$$\varphi = 18^{-1} \sqrt{0,91/0,0065} = 1,19$$

Отримане значення округляємо до найближчого стандартного $\varphi = 1,12$.

Складаємо ряд подач

$$\begin{aligned} S_1 &= 0,65; S_2 = 0,73; S_3 = 0,082; S_4 = 0,091; S_5 = 0,102; S_6 = 0,113; \\ S_7 &= 0,128; S_8 = 0,144; S_9 = 0,161; S_{10} = 0,180; S_{11} = 0,202; \\ S_{12} &= 0,226; S_{13} = 0,253; S_{14} = 0,283; S_{15} = 0,317; S_{16} = 0,356; \\ S_{17} &= 0,398; S_{18} = 0,446; S_{19} = 0,5; S_{20} = 0,56; S_{21} = 0,6; \\ S_{22} &= 0,702; S_{23} = 0,787; S_{24} = 0,881; S_{25} = 0,901 \end{aligned}$$

Чорнове точення

Для чорнового точення $S = 0,702$ мм/об, чистового - $S = 0,398$ мм/про швидкість різання розраховуємо за формулою:

$$K_v = \frac{C_v}{T_m^{0,2} S^{0,75}} \quad (4.8)$$

$$K_v = (1,0, 9,0, 94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1) \cdot 0,8 = 0,6768$$

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,867^{0,15} \cdot 0,72^{0,45}} \cdot 0,6768 = 120,38 \text{ м/мин.}$$

Швидкість різання при чистовій обробці

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,6309^{0,15} \cdot 0,44^{0,45}} \cdot 0,6768 = 190,72 \text{ м/мин.}$$

За розрахунковою швидкістю визначаємо частоту обертання за формулою (4.9):

$$n = \frac{1000}{\pi d} \cdot v \quad (4.9)$$

де d – діаметр оброблюваної поверхні.

Частота обертання при чорновій обробці

$$n = \frac{1000 \cdot 120,38}{\pi \cdot 45} = 851,5 \text{ об/мин}$$

Частота обертання при чистовій обробці

$$n = \frac{1000 \cdot 190,72}{\pi \cdot 45} = 1349 \text{ об/мин}$$

Ряд чисел обертів для коригування частоти обертання

$$\varphi = \frac{K-1}{\sqrt{\frac{n_{\max}}{n_{\min}}}} = \frac{20}{\sqrt{9}} = 1,3$$

Стандартний знаменник = 1,26

$n_1 = 9$; $n_2 = 11,34$; $n_3 = 14,29$; $n_4 = 20$; $n_5 = 26,68$; $n_6 = 40,58$; $n_7 = 55$; $n_8 = 75,73$;
 $n_9 = 110,17$; $n_{10} = 140$; $n_{11} = 180,76$; $n_{12} = 230,36$; $n_{13} = 300$; $n_{14} = 360,5$; $n_{15} =$
 $458,76$; $n_{16} = 565,24$; $n_{17} = 725,10$; $n_{18} = 900,61$; $n_{19} = 1100$; $n_{20} = 1425$; $n_{21} = 180$

Для чорнового точення $n = 900$ об/хв; для чистового знаходимо дійсну швидкість різання $n = 110$ об/хв.

$$v = \frac{\pi d n}{1000} \quad (4.10)$$

Швидкість різання при чорновому точенні

$$v = \frac{\pi \cdot 45 \cdot 900}{1000} = 127,2 \text{ м/мин}$$

Швидкість різання при чистовому точенні

$$n = \frac{\pi \cdot 45 \cdot 1100}{1000} = 127,2 \text{ м/мин}$$

Для перевірки можливості здійснення вибраних режимів проводимо перевірку по факторах, що обмежують.

Ця сила різання P_z визначає витратну потужність N_e на різання.

$$P_z = 300 \cdot 0,857 \cdot 0,72^{0,75} \cdot 98,94^{-0,15} = 100,4 \text{ кг} \quad (4.11)$$

Потужність різання

$$N = \frac{P_z \cdot V}{102 \cdot 60} \text{ , кВт}$$

(4.12)

$$N = \frac{100,4 \cdot 98,94}{102 \cdot 60} = 1,623 \text{ кВт}$$

Отриману потужність порівнюємо з потужністю головного руху верстата:

$$N_z = 4 \text{ кВт}; \quad N_z = \frac{N_{рез}}{\eta} \quad (4.13)$$

де η - ККД верстата ($\eta = 0,7 - 0,8$)

Розрахунок свердлильної операції

Вибираємо подачу для свердління:

Ø 4; 9; 8; 20 мм

Ø 2 – 6 S = 0,08 – 0,18 мм/об

Ø 6 – 10 S = 0,18 – 0,28 мм/об

Ø 15 – 20 S = 0,34 – 0,43 мм/об

Для виконання цієї операції вибираємо верстат радіально свердлильний 24-55.

Найбільший свердління = 35 мм.

Число оборотів шпинделя 25 - 2500 об/хв.

Число щаблів оборотів шпинделя 12.

Число ступенів передач 12. Подача шпинделя 0,06 – 1,22 мм/об.

Потужність електродвигуна верстата 2,8 квт.

$$\varphi = \frac{K-1}{\sqrt{\frac{n_{\max}}{n_{\min}}}} = \frac{K}{\sqrt{\frac{1,22}{0,06}}} = 1,31, \quad (4.14)$$

Найближчий стандартний знаменник $\varphi = 1,26$

$$S_1 = 0,06; S_2 = 0,08; S_3 = 0,11; S_4 = 0,15; S_5 = 0,21; S_6 = 0,26;$$

$$S_7 = 0,35; S_8 = 0,45; S_9 = 0,57; S_{10} = 0,75; S_{11} = 0,95; S_{12} = 1,22$$

З цього ряду вибираємо необхідні подачі. Для $\varnothing 4,9 - 5 = 0,15$ мм/об.

$$\varnothing 8 - 5 = 0,26 \text{ мм/об}; \varnothing 20 - 5 = 0,35 \text{ мм/об}$$

Швидкість різання визначаємо за такою формулою:

$$V = \frac{C_v D}{T^{0,2} S^0,7} K_v, \quad (4.15)$$

де C_v – постійна;

D – діаметр інструменту;

K_v - загальний напрямний коефіцієнт швидкість різання для $\varnothing 4,9$.

$$V = \frac{7 \cdot 4,9^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 2,5 \cdot 0,15^{0,7}} \cdot 1 = 29,27 \text{ м/мин}$$

$$\varnothing 8: V = \frac{98 \cdot 8^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 2,5 \cdot 0,26^{0,7}} \cdot 1 = 25,3 \text{ м/мин}$$

За розрахунковою швидкістю знаходимо обороти шпинделя

$$\varnothing 4,9: n = \frac{1000 \cdot 29,27}{\pi \cdot 4,9} = 1901 \text{ об/мин}$$

$$\varnothing 8: n = \frac{1000 \cdot 26,149}{\pi \cdot 8} = 1040 \text{ об/мин}$$

$$\varnothing 20: n = \frac{1000 \cdot 25,3}{\pi \cdot 20} = 402,66 \text{ об/мин}$$

Отримання значення частоти обертання шпинделя коригуємо верстатом, вибираючи найближче менше.

$$\psi = \frac{K_1 \sqrt{\frac{n_{\max}}{n_{\min}}}}{\sqrt{\frac{n_{\max}}{n_{\min}}}} = \frac{11 \sqrt{2500}}{\sqrt{25}} = 1,52, \quad (4.16)$$

Найближчий стандартний знаменник = 1,58. Складаємо ряд обертів шпинделів про/хв.

$$\begin{aligned} n_1 &= 25; n_4 = 90; n_7 = 300; n_{10} = 1100; \\ n_2 &= 40; n_5 = 140; n_8 = 475; n_{11} = 1650; \\ n_3 &= 60; n_6 = 475; n_9 = 700; n_{12} = 2500; \end{aligned}$$

для свердління отвору

$$\varnothing 4,9 - n = 1650 \text{ об/мин.}$$

$$\varnothing 8 - n = 700 \text{ об/мин.}$$

$$\varnothing 20 - n = 300 \text{ об/мин.}$$

Знаходимо дійсні швидкості:

$$\varnothing 4,9: V = 25,39 \text{ м/мин.}$$

$$\varnothing 8: V = 17,59 \text{ м/мин.}$$

$$\varnothing 20: V = 18,85 \text{ м/мин.}$$

Для перевірки вибраних режимів обробки проводимо перевірку Крутний момент при свердлінні

$$M = C_M D^a S^b K_p, \quad (4.17)$$

$$M = 0,0345 \cdot 20^5 \cdot 0,35^{0,8} \cdot 1 = 587,2 \text{ кг}$$

Потужність різання:

$$N_{\text{рез}} = \frac{M \cdot n}{975} \quad (4.18)$$

Розрахункову потужність порівнюємо з потужністю верстата:

$$N_0 \geq \frac{N_{\text{рез}}}{\eta}, \quad (4.19)$$

$$\frac{N_{рез}}{\eta} \geq \frac{1,83}{0,75} = 2,45;$$

$$2,8 \geq 2,45$$

РАСЧЕТ РЕЖИМОВ МЕТАЛООБРАБОТКИ

(исходное состояние заготовки)

Значения исходных данных:

- глубина резания S_{max} , мм	= 0,500	Значения коэффициентов и показателей степеней для расчетов скорости и силы резания:	
- величина подачи $S_{ин}$, мм/об	= 1,417	- $K_{св}$ = 350,000	- m = 1,250
- макс. значение S_{max} , мм/об	= 0,910	- $K_{пв}$ = 0,677	- K_v = 0,500
- мин. значение S_{min} , мм/об	= 0,055	- $K_{дв}$ = 1,000	- K_f = 0,700
- число зубьев подачи z	= 16,000	- $K_{фив}$ = 1,000	- C_p = 300,000
- макс. частота вращ. шпинделя станка n_{max} , об/мин	= 1349,000	- $K_{фи10}$ = 1,000	- K_p = 0,400
- мин. частота вращ. шпинделя станка n_{min} , об/мин	= 851,500	- $K_{св}$ = 1,000	- K_v = 0,750
- число скоростей шпинделя k	= 20,000	- $K_{сд}$ = 1,000	- $K_{пр}$ = 0,150
- высота реж. державки h , мм	= 20,000	- $K_{ов}$ = 1,000	
- ширина b , мм	= 20,000		
- мощность главного привода станка $N_{ст}$, кВт	= 4,000	- треб. част. обработ. $P_{д, мин}$	= 120,000
- диаметр режца d , мм	= 30,000	- радиус эвксуд. режца r , мм	= 5,000
- диаметр обрабатываемой поверхности $d_{лж}$	= 50,000	- гл. уг. в плане режца $\phi_{ж}$, град	= 4° 0' 0"
		- вкл. уг. $\phi_{л1}$, град	= 45,000

РЕЗУЛЬТАТЫ:

Величина подачи $S_{ин}$, мм/об	0,765
Частота вращения n , об/мин	915,664
Скорость резания V , м/мин	143,830
Сила резания $P_{2-в}$	88,106
Требуемая мощность привода станка $N_{ст}$, кВт	2,071

4.5 Визначення норми часу та кваліфікації робітників

При визначенні норми часу на механічну обробку однієї деталі визначаємо норму часу на кожну операцію. Знаходимо основний час за формулою (4.20):

$$t_0 = \frac{L \cdot t}{S^m}, \quad (4.20)$$

де L - розрахункова довжина обробки з урахуванням врізання та перегину інструменту.

$$h = L + l_{вр} + l_{пр}, \quad (4.21)$$

де L - фактична довжина поверхні, що обробляється;

$l_{пр}$ - відповідно довжина врізання та перегину інструменту;

i - число робочих ходів інструменту;

SM - хвилинна подача інструменту;

$S = S_0 n$,

S_0 - подача, мм/об;

N -Частота обертання заготівлі.

Основний час на чорнове точення:

$$t_0 = \frac{(174 + 0,857 + 0,15) \cdot 4}{0,75 \cdot 900} = 1,04 \text{ мин}$$

Основний час на чистове точення

$$t_1 = \frac{(174 + 0,857 + 0,15)}{0,398 \cdot 1100} = 0,4 \text{ мин}$$

$$t_0 = 0,04 \text{ хв}$$

Основний час на центрування

Тут використані дані про подачу та частоту часу на свердлильну операцію.

Допоміжний час використовується на виконання допоміжних переходів, встановлення, перевстановлення, зняття заготівлі, пуск та зупинка, зміна режимів та контроль якості заготівлі тощо. Допоміжний час на:

чорнове точення $0,35 + 0,16 = 0,51$ хв.

чистове точення $0,35 + 0,42 = 0,77$ хв.

центрування $2 \cdot (0,35 + 0,16) = 1,02$ хв.

Основний час на обробку дорівнює сумі основного часу на кожну операцію:

$$t_0 = 1,04 + 0,4 + 0,04 = 1,48 \text{ мин.}$$

Також допоміжне

$$t_1 = 0,5 + 0,77 = 1,02 = 2,3 \text{ мин.}$$

Сума основного та допоміжного часу складає оперативний час:

$$t_{оп} = t_0 + t_1 = 1,48 + 2,3 \text{ мин.} \quad (4.22)$$

Час операційного та технічного обслуговування робочого місця та перерв визначається за формулою в (%) від оперативного. Норма часу:

$$t = t_{оп} + t_{оп} \frac{(L_{то} + L_{то} + L_{ф})}{100},$$

Де LTO, LOO, Lф - відповідно відсоткове співвідношення часу технічного, організаційного обслуговування робочого місця та перерв від оперативного.

$$L_{TO} = 2 + 4\%;$$

$$L_{OO} = 3 + 5\%;$$

$$L_{\phi} = 2 + 5\%.$$

$$T = 3,78 + 3,78 \frac{(3+4+4)}{100} = 4,35 \text{ мин.}$$

де T_{пк} - підготовчо-заклучний час;

n - кількість деталей у партії,

$$T_{пк} = 4,2 \frac{5,8}{4} = 5,65 \text{ мин.}$$

Основний час на свердління отворів знайдемо за формулою:

$$t_0 = \frac{L+L_1+L_2}{S_n},$$

(4.23)

де L-глибина свердління, мм;

L1 - величина врізання

(4.24)

$$L1 = d/2 \cdot \text{tg}L,$$

де d-діаметр інструменту

L - кут у плані заточування свердла L2 для глухих отворів дорівнює 0,

для наскрізних залежно від діаметра інструменту приймаємо 1-3 мм.

$$\varnothing 49: t_0 = \frac{15+1,44}{0,15 \cdot 1650} = 0,066 \text{ мин}$$

$$\varnothing 8: t_0 = \frac{100+1,44}{0,26 \cdot 700} = 0,56 \text{ мин}$$

$$\varnothing 20: t_0 = \frac{13+1,44}{0,35 \cdot 300} = 0,14 \text{ мин}$$

Допоміжний час

$$\varnothing 4,9: t_b = 0,45 \text{ мин};$$

$$\varnothing 8: t_b = 0,31 \text{ мин.}$$

$$\varnothing 20 t_b = 0,25 \text{ мин.}$$

Оперативний час на свердління

$$t_{оп} = t_0 + t_b;$$

$$t_{оп} = (0,006 + 0,56 + 0,14) + (0,45 + 0,31 + 0,25) = 1,676 \text{ мин};$$

$$t_{шт} = 1,97 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляційний час на свердло

$$T_{мк} = t_{шт} + \frac{t_n}{n} = 1,971 + \frac{6,5}{4} = 3,6 \text{ мин.}$$

5 РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

5.1 Загальні положення

Розрахункові економічні показники також використовуються при обґрунтуванні рівня лімітної ціни нової техніки. На етапі постановки нової техніки на серійне виробництво показники економічного ефекту використовуються для розрахунку договірних та преїскурантних цін, а також доплат до них за покращення окремих техніко-економічних, соціальних та екологічних показників.

Критерієм економічної ефективності є зниження питомих наведених витрат за одиницю продукції, що виробляється новою технікою, порівняно з базисною (замінною) технікою.

Питомі наведені витрати є комплексним критерієм ефективності, що найбільш повно відображає як технічні (через продуктивність), так і економічні (через поточні та капітальні витрати) показники машини.

В якості базисну техніку приймають кращий серійний або рекомендований Державною комісією до серійного виробництва зразок, а на стадії технічного завдання - запроектований вітчизняний зразок техніки, призначений для виконання аналогічних технологічних процесів. Як базову техніку вибираємо кран КС-45721.

Якщо нова техніка призначена до виконання різних технологічних процесів (універсальна техніка) немає аналогів, то кожного технологічного процесу приймають відповідну базисну техніку. Якщо нова техніка входить до складу комплексу машин чи технологічної лінії впливає з їхньої показники, то зіставляються комплекти машин, технологічні лінії загалом чи його самостійні ділянки. Якщо нова техніка призначена для технологічного процесу, що здійснюється вручну, порівняння проводиться з ручною працею.

Економічний ефект визначається шляхом зіставлення наведених витрат за базисною та новою технікою для обсягу продукції, вироблюваної новою технікою протягом терміну служби. Для розрахунку ефекту за базисною та новою технікою послідовно визначають: річну експлуатаційну продуктивність; капітальні витрати споживача; річні поточні витрати, пов'язані з експлуатацією техніки.

Економічний ефект від застосування нової техніки з погляду госпрозрахункових інтересів експлуатуючої організації визначається як перевищення вартісної оцінки результатів над вартісною оцінкою витрат.

5.2. Розрахунок капітальних витрат за варіантами, що порівнюються.

У складі капітальних витрат враховуються: витрати, пов'язані зі створенням, виробництвом, доставкою техніки споживачеві та її монтажем на місці експлуатації плюс супутні капітальні вкладення у споживача, пов'язані з експлуатацією техніки.

$$K = C \times K_{TP}, \quad (5.1)$$

Де K - Сумарні капітальні витрати;

K_{TP} - коефіцієнт, що враховує витрати на доставку техніки $K_{TP} = 1.09$

C - Оптова ціна крана, грн.

Для БТ:

C' - Оптова ціна рівна 5750000 грн.

Капітальні витрати для БТ:

$$K' = 5750000 \times 1.09 = 6267500 \text{ грн.}$$

Для НТ:

$$C'' = 5200000 \text{ грн.}$$

Капітальні витрати на НТ:

$$K'' = 5200000 \times 1.09 = 5668000 \text{ грн}$$

Оскільки оптова вартість НТ менше, ніж у БТ, то й капітальні витрати з НТ менше на 599500 грн.

5.3. Розрахунок річної експлуатаційної продуктивності машин за порівнюваними варіантами.

Річна експлуатаційна продуктивність визначається за такою формулою:

$$B = U_{EЧ} \times k_{ПР} \times T_{Г}, \quad (5.2)$$

де $U_{EЧ}$ - Експлуатаційна середньогодинна продуктивність.

$k_{ПР}$ - коефіцієнт, що враховує простої в роботі техніки, невраховані в годинної експлуатаційної продуктивності.

T_T - кількість машино-годин роботи техніки на рік.

Для визначення річної експлуатаційної продуктивності попередньо слід визначити річний фонд часу:

$$T_T = \frac{T_{\phi}}{t_{CM} \times k_{CM}} + D_p \quad (\text{Маш ч/рік}) \quad (5.3)$$

D_p - Простий на всіх видах технічного обслуговування та ремонту.
де $T_{\phi} = 247$ днів – річний фонд роботи техніки.

$t_{CM} = 7,75$ годину - середня тривалість зміни для техніки

$k_{CM} = 1,33$ – коефіцієнт змінності роботи техніки

D_p - Простий на всіх видах технічного обслуговування та ремонту.

$$D_p = \frac{\sum_{i=1}^m (d_{pi} + d_{ni}) \times a_i}{T_{\phi}} \quad (\text{ДН / МВШ}) \quad (5.4)$$

Де d_{pi} - тривалість перебування техніки на техобслуговуванні чи ремонті, (дні).

d_{ni} - тривалість очікування на ремонт; доставка в ремонт та назад, (Дні).

a_i - кількість ремонтів або технічних обслуговувань за T_{ϕ} - міжремонтний цикл, (маш/година).

m - число різновидів ремонтів та техобслуговування за міжремонтний цикл.

Час на доставку в ремонт та його очікування для 10 днів.

Кількість поточних ремонтів для БТ та НТ.

$$a'_T - a''_T = 1 \div 2$$

Кількість техобслуговування ТО-1 та ТО-2 визначаються за формулами:

$$a_{TO-2} = \frac{T_P}{t_{TO-2}} - 1 - a_T \quad (5.5)$$

$$a_{TO-1} = \frac{T_P}{t_{TO-1}} - 1 - a_T - a_{TO-2} \quad (5.6)$$

де T_P - середній ресурс до першого капітального ремонту,
 (мотогодин) k_{TO} - періодичність ТО, годину.

$$T_P = T_r \times k_r, \quad (5.7)$$

де T_r - ресурс до першого капітального ремонту, (мотогодин)
 k_r - коефіцієнт переказу.

Для БТ отримаємо:

$$T_P = 8000 \times 1,25 = 10000 \text{ мотогодин.}$$

Для НТ отримаємо:

$$T_P = 8000 \times 1,25 = 10000 \text{ мотогодин.}$$

Міжремонтний цикл

$$T_{II} = \frac{T_P}{k_{II}}, \quad (5.8)$$

де k_{II} – коефіцієнт перекладу.

Для БТ та НТ:

$$T_{II} = T_P = \frac{10000}{0,3} = 33333$$

Для БТ кількість ремонтів дорівнює:

$$a'_{TO-1} = \frac{10000}{600} - 1 - 1 - 2 = 12$$

$$a'_{TO-2} = \frac{10000}{300} - 1 - 1 - 2 - 12 = 17$$

$$a'_{TO-1} = \frac{10000}{100} - 1 - 1 - 2 - 12 - 17 = 67$$

Для НТ кількість ремонтів дорівнює:

$$a_{\text{го-3}}'' = \frac{10000}{600} \quad 1 \quad 1 \quad 2 = 12$$

$$a_{\text{го-2}}'' = \frac{10000}{300} \quad 1 \quad 1 \quad 2 \quad 12 = 17$$

$$a_{\text{го-1}}'' = \frac{10000}{150} \quad -1 \quad -1 \quad -2 \quad -12 \quad -17 = 33$$

Простий на всіх видах технічного обслуговування для БТ:

$$D_T' = \frac{1 \times 67 + 1 \times 17 + 1,375 \times 12 + (9 + 10) \times 3 + 1 \times (23 + 20)}{33333} = 0,006$$

Простий на всіх видах технічного обслуговування для НТ:

$$D_T'' = \frac{1 \times 33 + 1 \times 17 + 1,375 \times 12 + (9 + 10) \times 3 + 1 \times (23 + 20)}{33333} = 0,005$$

Річний фонд часу для БТ:

$$T_T' = \frac{247}{\frac{1}{7,75 \times 1,33} + 0,006} = 2398 \text{ (год)}$$

Річний фонд часу для НТ:

$$T_T'' = \frac{247}{\frac{1}{7,75 \times 1,33} + 0,005} = 2422 \text{ (год)}$$

Потім визначаємо середньогодинну експлуатаційну продуктивність

$$B_{\text{ЭЧ}} = \sum_{i=1}^3 b_i \times \varphi_{\Phi i} \left(\frac{t_{\text{II}}''}{t_{\text{II}}'} \beta \varphi_P + \frac{V''}{V'} \varphi_{\text{II}} \right) \quad (5.9)$$

b_i - годинна експлуатаційна продуктивність БТ під час виконання

i - ого виду робіт. $b_1 = 5,7$ т/мащч. $b_2 = 3,4$ т/мащч. $b_3 = 1,9$ т/мащч.

$\varphi_{\Phi i}$ - частка зайнятості крана на i - тому виді робіт. $\varphi_{\Phi 1} = 0,7$; $\varphi_{\Phi 2} = 0,1$; $\varphi_{\Phi 3} = 0,2$.

$t_{\text{II}}', t_{\text{II}}''$ - тривалість робочого циклу БТ та НТ при виконанні i - ого виду робіт, год.

φ_P, φ_{II} - Частка часу, що витрачається на роботу та пересування. $\varphi_P = 0,7$;

$\varphi_{II} = 0,3$;

V' і V'' - середні експлуатаційні швидкості пересування БТ та НТ ($V' = V''$).

β - коефіцієнт, враховує зміну технічної продуктивності

$$\beta = \beta_{III} \times \beta_{IV}, \quad (5.10)$$

де $\beta_{III} = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує зміну підстрелового простору.

$\beta_{IV} = 1,44$ - коефіцієнт, враховує зміна продуктивності крана.

$\beta = \beta_{IV} = 1,44$, до розрахунку приймається $\beta = 1,1$

Експлуатаційна середньогодинна продуктивність для БТ та НТ дорівнює

$$V_{EЧ} = 5,7 \times 0,7(1 \times 1,1 \times 0,7 + 1,03) + 3,4 \times 0,1(1 \times 1,1 \times 0,7 + 0,3) + 1,9 \times 0,2(1 \times 1,1 \times 0,7 + 0,3) = 5,04$$

Річна експлуатаційна продуктивність для БТ:

$$V' = 4.71 \times 2398 \times 0,75 = 8471 \text{ т/рік}$$

Річна експлуатаційна продуктивність для НТ:

$$V'' = 5.04 \times 2422 \times 0,75 = 9155 \text{ т/рік.}$$

Середньогодинна продуктивність для БТ та НТ однакова, але за рахунок того, що річний фонд робочого часу для НТ більший, отримуємо, що й річна продуктивність для НТ більша.

Розрахунок експлуатаційних витрат за варіантами, що порівнюються.

Загальні сумарні експлуатаційні витрати.

$$C = C_{\text{сум}} + S_{AM} + S_T + S_{PM} \quad (5.11)$$

де $C_{\text{сум}}$ - сумовані витрати на заробітну плату та страхування;

S_{AM} - витрати на амортизаційні відрахування;

S_T - витрати на паливо;

S_{PM} - витрати на витратні матеріали;

Розрахунок сумованих витрат на заробітну плату та страхування за порівнюваними варіантами:

$$S_{\text{сум}} = S_{\text{зп}} + S_{\text{страхов.}} \quad (5.12)$$

Де $S_{\text{зп}}$ - Витрати на заробітну плату;

$S_{\text{страхів}}$ - Відрахування на страхування; $s_{\text{страхів}} = 32,5\%$.

Розрахунок сумованих витрат на заробітну плату:

$$S_{\text{зп}} = (C \cdot T + \Pi + B) + PK + ДВ + Зп_{\text{доп.}} \quad (5.13)$$

де $kP = 1,105$ - поправочний коефіцієнт до тарифної ставки;

$PK, ДВ$ -районний далекосхідний коефіцієнти, що враховують умови праці; $PK = ДВ = 30\%$;

$Зп_{\text{доп}} = 12\%$ - додаткова Зп,

$\Pi = 1,25 (C \cdot T)$ – преміальні доплати;

$C = 97,41$ грн. - годинна тарифна ставка;

T - річний фонд часу, маш ч/рік.

Витрати на заробітну плату з БТ:

$$C \cdot T + \Pi + B = 548935;$$

$$PK, ДВ = 548935 \cdot 0,3 = 16681;$$

$$S_{\text{страхов}} = 548935 \cdot 0,325 = 178404;$$

$$Зп_{\text{доп}} = 548935 \cdot 0,12 = 65872$$

$$S_{\text{сум}} = (97,41 \cdot 2398 + 291987 + 23359) + 16681 + 16681 + 178404 + 65872 = 826573 \text{ грн.}$$

Витрати на заробітну плату з НТ:

$$C \cdot T'' + \Pi'' + B = 554429;$$

$$PK'', ДВ'' = 55429 \cdot 0,3 = 166329;$$

$$S''_{\text{страхов}} = 554429 \cdot 0,325 = 182407;$$

$$Зп''_{\text{доп}} = 554429 \cdot 0,12 = 66531$$

$$S''_{\text{сум}} = (97,41 \cdot 2422 + 294909 + 23593) + 16633 + 16633 + 182407 + 66531 = 959696 \text{ грн.}$$

Витрати на заробітну плату з НТ більші, це пов'язано з тим, що річний фонд часу з НТ більший, ніж за БТ.

Розрахунок амортизаційних відрахувань за варіантами, що порівнюються.

$$S_{AM} = \frac{k \times A \times Z_k}{100}, \text{ (руб./год)} \quad (5.14)$$

Де $A = 8,5$ – норма амортизації.

Z_k - капітальні витрати на техніку

k - Коефіцієнт, що враховує витрати на амортизаційні відрахування.

Амортизаційні відрахування для БТ:

$$S'_{AM} = \frac{1,1 \times 8,5 \times 6267500}{100} = 586011$$

Амортизаційні відрахування для НТ:

$$S''_{AM} = \frac{1,1 \times 8,5 \times 5668000}{100} = 529958 \text{ руб.}$$

Витрати на амортизаційні відрахування з НТ менші. Це з тим, що капітальні витрати з НТ менше, ніж з БТ.

5.4 Розрахунок витрат на паливо за порівнюваними варіантами.

$$S_T = k_H \cdot C_T \cdot W_T \cdot T_T \quad (5.15)$$

Де C_T - ціна палива за 1 літр, $C_T = 40$ грн./літр.

T_T - кількість машино-годин роботи техніки на паливі за рік.

W_T - кількість палива, споживане двигуном за годину роботи.

$$W_T = 1,03 \times 10^{-3} \times N_H \times q \times K_N \times K_{ДВ} \times K_M$$

Де N_H - Номінальна потужність двигуна.

$$N' = 230 \text{ л.с.};$$

$$N'' = 260 \text{ л.с.}$$

Питома витрата палива для НТ: $q'' = 150 \text{ г/л.с. в годину.}$

Коефіцієнт використання двигуна за потужністю для НТ та БТ:

$$K_M' = 0,25; K_M'' = 0,25;$$

Коефіцієнт, що враховує зміну витрат палива для БТ та НТ:

$$K_N' = K_N'' = 1,0;$$

Коефіцієнт використання двигуна за часом для БТ та НТ:

$$K_{ДВ}' = K_{ДВ}'' = 0,79$$

Кількість палива, що споживається двигуном за годину роботи для БТ:

$$W_T' = 1,03 \cdot 10^{-3} \cdot 230 \cdot 164 \cdot 1 \cdot 0,79 \cdot 0,25 = 7,6$$

Кількість палива, що споживається двигуном за годину роботи для НТ:

$$W_T'' = 1,03 \cdot 10^{-3} \cdot 260 \cdot 150 \cdot 1 \cdot 0,79 \cdot 0,25 = 7,9$$

Витрати на паливо для БТ:

$$S_T' = 1,1 \cdot 40 \cdot 7,6 \cdot 2398 = 801891 \text{ грн.}$$

Витрати на паливо для НТ:

$$S_T'' = 1,1 \cdot 40 \cdot 7,9 \cdot 2422 = 841887 \text{ грн.}$$

Витрати на паливо з НТ більше, це пов'язано з тим, що річний фонд часу з НТ більший, ніж за БТ.

Розрахунок витрат за витратні матеріали по порівнюваним варіантам.

$$S_{PM} = k_{PM} \cdot S_T \quad (5.17)$$

$k_{PM} = 0,4$ – коефіцієнт витрат за витратні матеріали; S_T - витрати на паливо;

Витрат на витратні матеріали з БТ:

$$S_{PM}' = 0,4 \cdot 801891 = 320756 \text{ грн.}$$

Витрат на витратні матеріали з НТ:

$$S_{PM}'' = 0,4 \cdot 841887 = 336755 \text{ грн.}$$

Загальні сумарні експлуатаційні витрати:

Для БТ:

$$C' = 826573 + 586011 + 801891 + 320756 = 2535231 \text{ грн.}$$

Для НТ:

$$C'' = 959696 + 529958 + 841887 + 336755 = 2668296 \text{ грн.}$$

Перерахуємо сумарні експлуатаційні витрати з огляду на те, що НТ працює у році на 24 години більше за БТ.

Введемо поправочний коефіцієнт:

$$K_{\text{Н}} = \frac{T_{\text{Н}}}{T_{\text{Б}}} = 2422/2398 = 1,01$$

При однаковому виробленні машино-годин сумарні експлуатаційні витрати на БТ рівні:

$$C' = K_{\text{Н}} \times 1854728 = 2560583 \text{ грн.}$$

Отримані дані щодо експлуатаційних витрат для БТ та НТ зводимо до таблиці № 5.1

Таблиця № 5.1 – Експлуатаційні витрати для базової та нової техніки

Елементи витрат	Варіанти	
	БТ	НТ
Витрати на заробітну плату та страхові відрахування, грн.	826573	959696
Витрати на амортизаційні відрахування, грн.	239500	232366
Витрати паливо, грн.	220520	231519
Витрати витратні матеріали, грн.	88208	92607

Загальні сумарні експлуатаційні витрати, грн.:

При не однаковому виробленні машино-годин	2560583	2668296
При однаковому виробленні машино-годин	2535231	2668296

Підсумовувавши всі витрати отримуємо, що експлуатаційні витрати при однаковому виробленні машино-годин для ДВ менше на 133 065 грн., Чим для НТ.

Розрахунок наведених витрат за варіантами, що порівнюються.

$$Z_{пр} = K + C$$

(5.18)

де D_0 - капітальні витрати за розглянутим варіантом;

c - Експлуатаційні витрати за аналізованим варіантом;

Капітальні витрати для БТ:

$$K' = 6267500 \text{ грн.}$$

Капітальні витрати на НТ:

$$K'' = 5668000 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати для БТ:

$$C' = 2535231 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати для НТ:

$$C'' = 2668296 \text{ грн.}$$

Наведені витрати для БТ:

$$Z_{пр} = 6267500 + 2535231 = 8802731 \text{ грн.}$$

Наведені витрати для НТ:

$$Z_{пр} = 5668000 + 2668296 = 8336296 \text{ грн.}$$

Отримані дані щодо наведених витрат для БТ та НТ зводимо до таблиці № 5.2.

Таблиця № 5.2 - Наведені витрати для базової та нової техніки

Елементи витрат	Варіанти	
	БТ	НТ
Капітальні витрати, грн.	6267500	5668000
Експлуатаційні витрати, грн.	2535231	2668296
Наведені витрати, грн.	8802731	8336296

Оскільки наведені витрати з НТ менше, ніж з БТ, це означає, що НТ найефективніше.

Розрахунок річного економічного ефекту.

$$E = Z_{пр.1} - Z_{пр.2}$$

(5.19)

де $Z_{пр.1}$ - наведені витрати з БТ;

$Z_{пр.2}$ - наведені витрати з НТ.

$$E_{рік} = 8802731 - 8336296 = 466435 \text{ грн.}$$

Висновок: новий автомобільний кран дешевше за розглянутий аналог. Сумарні витрати на новий кран нижчі, ніж на розглянутий аналог, що дає набагато більший економічний ефект від придбання нового крана.

6 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ ВАНТАЖПІДЙОМНОГО КРАНУ З ГРЕЙФЕРОМ

6.1 Характеристика небезпечних та шкідливих факторів роботи машини

Випадки виробничого травматизму при роботі на машинах можуть мати місце з технічних, організаційних та психофізіологічних причин залежно від таких факторів, як:

- конструювання без достатнього врахування вимог охорони праці;
- несправність машини;
- самостійне переміщення машин та рухомих частин;
- втрата стійкості машини при спільній дії кількох факторів (додаткові та основні навантаження, зміна умов під час спирання та ін.);
- розрив тросів;
- поломка шківів, блоків, осей та інших деталей за наявності в них дефектів (іноді прихованих) та ін.

Розглянемо положення, які забезпечують безпеку автомобільного крана під час його експлуатації:

- проектування конструкцій машин з урахуванням їхньої безпечної безпеки;
- стійкість машин у процесі їх експлуатації;
- надійність та міцність машин;
- встановлення «небезпечних зон» та наявність огорож;
- безпечні швидкості руху;
- автоматизація;
- сигналізація;
- освітленість робочих місць;
- електробезпека;
- індивідуальні захисні пристрої;
- навчання та інструктаж робітників, а також заходи організаційного порядку.

Стійкість будь-якої будівельної машини є необхідною умовою безпечної її експлуатації, стійкість забезпечується (для стаціонарних машин) правильною

установкою на надійну основу у строго горизонтальному та вертикальному положеннях.

Оскільки визначити точно значення моменту, що перекидає, часто не надається можливим через непередбачені (аварійні) навантаження, в практиці застосовують коефіцієнт запасу стійкості K_u , що характеризує ймовірність перевантаження.

Коефіцієнти вантажної стійкості з урахуванням додаткових навантажень й ухилу основи крана. Вони визначаються як відношення різниці моментів від ваги всіх частин крана та моментів, від додаткових навантажень (вітрових, інерційних, відцентрових) до моменту, що створюється робочим вантажем щодо того ж ребра перекидання, при цьому кран вважається встановленим на твердому похилому майданчику, вітер робочого стану направлений у бік ухилу і всі механізми крана одночасно здійснюють робочі рухи. В реальних умовах експлуатації вантажопідіймальних кранів на будовах моменти перекидальних сил від додаткових навантажень, викликані впливом вітру, непостійні за величиною, змінюються в часі і можуть перевищити розрахункові значення при вітрі ураганної сили.

Моменти перекидальних сил від основних навантажень можуть зростати при зміні умов спирання машини на основу. Одночасно знижується

сумарна величина моментів утримувальних сил при не вигідному напрямку дії моментів перекидальних сил. Поєднання зазначених фактів може призводити до поломок та аварій машин, кранів, що супроводжуються нещасними випадками.

Дія інерційних сил у деяких випадках може спричинити падіння машин у момент примусової зупинки.

Характеристики вантажопідйомності стрілових кранів наводиться в каталогах будівельних машин та має гіперболічну криву. Для збільшення стійкості пересувних стрілових кранів застосовують додаткові опори у вигляді висувних балок або кронштейнів, що спираються на домкрати. Такі упори (аутригери) збільшують поперечну базу кранів та підвищують коефіцієнт вантажної стійкості за рахунок переміщення ребра перекидання у бік вантажу.

Стійкість щоглових підйомників, що застосовуються для монтажу конструкцій, під час роботи досягається попереднім натягом розчалок або вант за допомогою лебідок та поліспастів. Підбір вант проводиться в залежності від вантажопідйомності установкою розтяжок вантових з троса приблизно через 8 м по висоті. Вільні кінці

вантових розтяжок кріпляться до якорів або стійких конструктивних деталей блоку, що зводиться.

Основними чинниками виробничого травматизму під час експлуатації вантажних будівельних підйомників у процесі подачі зазначених матеріалів є:

- 1) падіння робітників з платформ витягів під час виконання розвантажувально-вантажних робіт;
- 2) падіння вантажів, що піднімаються, з платформ і травмування робітників, які перебувають у небезпечній зоні;
- 3) падіння платформ при знаходженні на них робітників та вантажів;
- 4) падіння предметів з верхніх поверхів та травмування людей, які виконують вантажно-розвантажувальні роботи внизу;
- 5) обладнання платформ саморобними подовжувачами для підйому довгомірних матеріалів;
- 6) незадовільні умови праці мотористів;
- 7) недостатній технічний нагляд за станом витягів з боку інженерно-технічного персоналу;
- 8) відсутність достатньо обґрунтованих способів та видів сигналізації між мотористом та робітниками, що беруть участь у виробництві вантажно-розвантажувальних робіт, що виконуються на різних поверхах;
- 9) відсутність на більшості підйомників найнеобхідніших приладів і пристроїв, що контролюють процес переміщення вантажопідйомального крана, таких, як обмежувач вантажопідйомності, обмежувач крайнього нижнього положення платформи, а також пристроїв для точної зупинки навпроти віконного отвору, перекриття чи даху.

На вантажопідйомні машини впливають різні чинники - робочі навантаження, вітровий натиск та інерційні сили, що враховуються у розрахунках їхньої міцності та особливо стійкості. У цих розрахунках враховуються також у певних межах відхилення положення машин у просторі від їх нормального розрахункового положення у зв'язку з можливими ухилами опорних площин.

Проте на практиці зустрічається перевищення розрахункових значень, що викликає травматизм.

Пояснимо це положення на прикладах.

1. Спроба підйому краном вантажу, що перевищує вантажопідйомність на даному вильоті стріли, а також підйому примерзлого до землі вантажу призводить до перевантаження та падіння крана (втрати стійкості). В цьому разі застосування автоматичних обмежувачів вантажопідйомності (з коригуванням на виліт стріли) виключає аварію.

2. При підйомі вантажу, якщо він дійшов до крайнього верхнього положення (упору), а механізм підйому продовжує працювати, можливий обрив троса та падіння вантажу.

Миттєве зняття навантаження з пружно-напруженої інструкції крана викликає зворотний удар і у відповідних умовах перекидання крана в бік противаги. Тут автоматичне відключення електроприводу механізму підйому не допускає обриву троса, а відтак виключає аварію.

Під час роботи крана посилюється вітер і вітровий тиск перевищив граничні значення, при яких кран ще зберігає стійкість. У таких випадках застосування сигнальних апаратів дозволяє вчасно вжити заходів, що усувають аварію.

Отже, необхідною умовою безпечної евакуації вантажопідйомних та інших будівельних машин є оснащення їх пристроями та пристроями, що обмежують можливості виникнення небезпечних ситуацій.

Прилади та пристрої безпеки за їх призначенням можна поділити на наступне:

- 1) обмежувачі руху (підйому вантажу, пересування крана, обертання крана, вильоту стріли);
- 2) пристрої, що забезпечують стійкість машин (протиугінні захоплення, виносні опори, обмежувачі вантажопідйомності та вантажного моменту);
- 3) прилади, що сигналізують стан стійкості (вітроміри, покажчики вильоту стріли, покажчики кренів); прилади освітлення та сигналізації.

Обмежувачі вантажопідйомності призначені для автоматичного відключення механізму підйому вантажу, якщо маса вантажу, що піднімається, на гаку при даному вильоті стріли буде перевищувати встановлену вантажопідйомність для цього

вильоту на 10%. Точність спрацьовування обмежувачів має бути до 3%. З іншого боку, вони мають реагувати на короткочасні імпульси тривалістю до 0,8с. Обмежувачі вантажопідйомності застосовують на кранах, що мають постійну вантажопідйомність при будь-якому вильоті стріли, і переважно включаються до системи вантажного поліспаду.

6.2 Вплив пилу на організм людини

Пил – це найдрібніші тверді частинки органічної або неорганічної природи, які надходять у повітря і можуть перебувати в ньому протягом тривалого у зваженому стані.

Пил характеризується хімічним складом, розмірами та формою частинок, їх щільністю, електричними, магнітними та іншими властивостями. Ступінь подрібнення пилу називається дисперсністю. Швидкість осідання пилу повітря залежить від розміру частинок. Великі частинки (понад 10 мкм) відносно швидко випадають в осад під дією сили тяжіння, дрібніші частки падають з меншими швидкостями, долаючи опір повітряного середовища (5-10 мкм), а найдрібніші (менше 5 мкм) тривалий час перебувають у повітрі. При вдиханні в легені затримуються частинки пилу розміром від 0,2 до 7 мкм. Концентрація пилу у реальних виробничих умовах може становити від кількох мг/м³ до сотень мг/м³. За ГОСТ 12.1.005-88 встановлено гранично допустимі концентрації пилу повітря робочої зони

Вплив пилу на організм людини може бути хімічним та механічним. При хімічному впливі деякі органічні фарби та інші речовини, проникаючи в організм, утворюють хімічні сполуки, що викликають отруєння. Механічний вплив може проявитися як шкірних захворювань і подразнень слизових оболонок ока.

Пил засмічує та дратує слизові оболонки очей, шкіру, верхні дихальні шляхи та викликає різні легеневі захворювання.

Захворювання легень, пов'язані з впливом на них пилу, що вдихається, називаються пневмоконіозами. Залежно від природи пилу пневмоконіози можуть бути різних видів:

- силікоз - найбільш часта і характерна форма, що розвивається при дії пилу діоксиду кремнію SiO_2 ;

- силікатоз – виникає при вдиханні пилу солей кремнієвої кислоти;

- антракоз – при вдиханні вугільного пилу;

- азбестоз - одна з агресивних форм силікатозу, може привести не тільки до всіх хвороб, що викликаються силікозом, а саме: фіброзу і флакоцитозу легень, серйозним порушенням нервової та судинної систем, силікотуберкульозу, а й до розвитку раку легень.

Для оцінки запиленості повітря робочих приміщень має значення концентрація пилу, т. е. вагове кількість їх у кубометрі повітря, і навіть якість (хімічний склад, дисперсність, розчинність тощо. буд.). Для боротьби з концентраціями шкідливих речовин у кабіні машиніста відповідно до ГОСТ 12.1.005-85, ГОСТ 12.1.007-86 передбачено систему примусової вентиляції кабіни. Головне джерело пилу в кабіні машиніста – пил від ґрунту та від роботи робочого органу у суху вітряну погоду. Для захисту машини від пилу передбачені гумові ущільнювачі на дверях та скла кабіни, а також повітряний фільтр у повітроводі системі примусової подачі повітря.

6.3 Встановлення безпечних швидкостей руху машин та їх деталей

Для вантажопідйомних машин найважливішими параметрами, що сприяють виникненню травматизму, є швидкості руху самої машини, її частин і вантажів, що піднімаються. Вплив цих чинників на машину виявляється найбільшим у період руху, що не усунув, тобто. у період зростання швидкості від нуля до розрахункового значення, коли діють прискорення, що викликають динамічність впливу зусиль на конструкцію вантажопідйомних та деяких інших машин.

Рух, що встановився, в роботі вантажопідйомної машини настає, коли досягнуто заданої швидкості руху машини або її робочого органу (барабану, лебідки, ходового колеса, поворотного кола і т.п.).

У кожному рабому русі, наприклад, баштового крана, є три періоди: пуск (розгін), рух і зупинка (гальмування).

Збільшення продуктивності механізму вимагає, щоб час пуску та гальмування були найменшими. Однак при розрахунку машин цей час приймається з умови, що

динамічність навантажень не перевищує значень, що допускаються, що особливо важливо для баштових кранів з високим розташуванням центру тяжіння проти перекидання. Верстати для обробки дерева і металів, що використовуються в будівельних майстернях і на підприємствах будівельної індустрії, для шліфування, точки інструментів та інше обладнання працюють зі значними окружними швидкостями. Перевищення цих швидкостей у ряді випадків може призвести до руйнування деталей, що обертаються, і викликати нещасні випадки. Завдання інженера полягає саме в тому, щоб вибрати такий режим експлуатації машин, при якому було б забезпечено максимальну продуктивність праці за безпечних умов роботи.

6.4 Обов'язки обслуговуючого персоналу

Для керування та обслуговування автомобільного крана призначають машиніста та слюсарів, а для обслуговування кранів з електричним приводом, крім цього, електрослюсаря.

Машиніст перед призначенням на роботу повинен пройти спеціальний медичний огляд, належне навчання та атестацію відповідно до вказівок. Атестуючи машиністів, кваліфікаційна комісія, до складу якої має входити представник органу

Держгіртехнагляду. Результати атестації оформлюють протоколом. Испити, що витримали, отримують посвідчення машиніста за підписом голови комісії. У посвідченні вказують тип крана, до управління яким його допущено. Під час роботи машиніст та стропальник повинні мати при собі посвідчення з фотокарткою.

Допуск на роботу зазначених осіб оформлюють наказом на підприємстві.

При перерві у роботі за спеціальністю понад рік машиніст повинен пройти перевірку знань у кваліфікаційній комісії підприємства, а потім стажування для відновлення практичних навичок.

Крім того, проводять періодичну перевірку знань в обсязі виробничих інструкцій не рідше ніж один раз на 12 місяців; під час переходу вказаних осіб з одного підприємства на інше; на вимогу особи, відповідального за наглядом, або інспектора Держгіртехнагляду. Результати перевірки оформлюють записом у журналі. Участь інспектора Держгіртехнагляду у періодичній перевірці необов'язкова.

Обслуговуючий персонал зобов'язаний спостерігати за автомобільним краном та його обладнанням, неухильно дотримуватись усіх правил техніки безпеки та правил, передбачених інструкціями з експлуатації крана, твердо знати та суворо керуватися у своїй роботі Правилами пристрою та безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів.

6.5 Особливості експлуатації у зимовий час

Зимовий період експлуатації кранів є одним із найважчих. В цей період погіршуються дорожні умови через снігові замети та ожеледицю, а температура повітря нерідко опускається до мінус 30-40°C. При цьому зростає в'язкість мастильних матеріалів, погіршуються випаровування бензину та процес сумішоутворення пального та повітря, падають електричні характеристики акумуляторних батарей.

Все це ускладнює пуск двигунів, роботу механізмів, а праця машиніста стає більш відповідальною та важкою. Продуктивна та безперебійна робота автомобільних кранів в осінній зимовий період залежить від якості підготовки їх до роботи за низьких температур і знання обслуговуючим персоналом специфіки роботи кранів у цих умовах. Підготовчі роботи з переведення крана на зимову експлуатацію проводять під час сезонного технічного обслуговування, яке приурочують до чергового (за графіком) технічного обслуговування. При цьому перевіряють та готують до зими всі системи та механізм двигуна, вузли трансмісії та кранової установки, системи керування краном, а також кабінку машиніста. У зимовий час у систему охолодження заливають незамерзаючі суміші (антифризи). Заливати антифриз слід без поспіху, але і без зупинок, які можуть спричинити попадання повітря в систему, потім доведеться довго прокачувати. Коли закачування антифризу завершено, слід витрусити повітря із системи. Після цієї кінцевої процедури необхідно знову завести двигун машини та дати йому попрацювати, допускаючи через п'ять хвилин після старту підгазування. Після чого знову заглушити авто, почекати кілька хвилин і перевірити рівень антифризу.

Для полегшення запуску двигунів за низьких температур паливний насос і паливні фільтри рекомендується підігрівати гарячою водою. На експлуатаційних

базах у зимовий час організують прогрівання двигунів гарячою водою або паром. Це підвищує готовність кранів до роботи.

При зупинках крана потрібно періодично пускати двигун і піднімати температуру рідини в системі охолодження.

Масильну систему та картер двигуна промивають чистою малов'язкою олією, яку заливають у систему, через 10-15 хв роботи двигуна на холостих оборотах олію зливають. Після цього систему заповнюють зимовим маслом. Під час запуску двигуна стежать за показниками масляного манометра. Робота двигуна під навантаженням допускається лише при робочому тиску олії у системі.

Під час підготовки акумуляторної батареї до зими насамперед доводять щільність електроліту до такої величини, коли він зможе протирати металоконструкції паливом, т.к. в цьому випадку плівка фарби стає крихкою і легко ушкоджується при механічних впливах. Масильні матеріали, що застосовуються, повинні відповідати зазначеним в інструкціях з експлуатації крана взимку. Щоб уникнути зледеніння штоки гідроциліндрів нічого очікувати перебувати тривалий час відкритими, т.к. Лід, що утворився на них, може пошкодити гумові кільця ущільнень.

При низькій температурі повітря перед пуском крана в роботу гідросистему необхідно прогрівати. Для цього пуск насосів починають на мінімальних обертах двигуна, потім їх поступово збільшують до номінальної величини. Після 5-10 хв роботи насосів на холостому ході виконують робочі операції без вантажу протягом 10-15 хв, послідовно включаючи гідромотори робочих механізмів. Тільки після цього приступають до виконання робочих операцій. Взимку для створення сприятливих умов роботи в кабіні крана встановлюють опалювальні прилади.

Перед початком роботи двигун прогрівають, поки температура рідини в системі охолодження не підвищиться до 50°C. Ця вимога зумовлена тим, що при роботі двигуна під навантаженням знос його деталей різко збільшується зі зниженням температури, а потужність та економічність при цьому падають.

Після тривалої стоянки крана при температурі повітря нижче - 30°C перші 15-20 хв слід рухатися зі швидкістю, що не перевищує 15-20 км/год, уникаючи ударів шин про нерівність дороги, так як переохолоджена гума втрачає еластичність, стає крихкою і її легко пошкодити при ударі.

6.6 Забезпечення безпеки роботи машини з грейфером

Відповідальність за стан техніки безпеки на робочих місцях відповідальність несуть майстер та робітник.

Машиніст повинен знати і суворо дотримуватись правил техніки безпеки, що забезпечують безаварійну роботу крана та безпечні умови праці. Машиніст повинен бути постійно готовим реагувати на обстановку, що змінюється в робочій зоні, він повинен швидко і безпомилково діяти в стані емоційного напруження, викликаного аварійною ситуацією. Велике значення для машиністів має швидкість реакції. Машиніст із уповільненою реакцією може запізнитися виконати необхідні дії при раптовому виникненні небезпеки і, як наслідок, вчинити аварію. Практика показує, що частина порушень безпечних умов праці пов'язана із станом машиніста. При керуванні краном на машиніста діють різноманітні чинники, що впливають на його працездатність: технічний стан крана, тривалість роботи, ергономічні дані (шум, вібрація, температура в кабіні, загазованість, оглядовість, зусилля на важелях і педалях), підготовленість робочої зони.

Машиністу забороняється:

- піднімати вантажі, маса яких перевищує вантажопідйомність крана при даному вильоті;
- підтягувати вантаж до крана;
- піднімати вантаж невідомої маси, засипаний землею або будь-якими предметами, що примерз до землі;
- повертати чи піднімати вантаж над людьми;
- працювати під лініями електропередач без особливого дозволу.

Приступаючи до роботи, машиніст повинен ознайомитись з об'єктом та за необхідності поставити кран на виносні опори.

Дороги на об'єктах будівництва влаштовують у підготовчий період й забезпечують вільний під'їзд автомобільних кранів до всіх робочих зон та розміщення на них. Майданчик у межах робочої зони та під'їзний шлях до неї роблять із твердим покриттям із інвентарних щитів або плит багаторазової оборотності. Дороги на об'єктах та місця стоянки кранів обладнають застережливими знаками. Допустимий кут нахилу майданчика для роботи крана не повинен перевищувати 3° без урахування просадки основи. За наявності просадок на майданчиках основу

вирівнюють. Стан майданчика для пересування та роботи автомобільних кранів контролює відповідальний за безпечне виконання робіт при переміщенні вантажів.

Місце встановлення крана в робоче положення має відповідати проекту виконання робіт. Між поворотною частиною крана при будь-якому його положенні та виступаючими частинами будівель, що знаходяться від основи укусу на відстані до 2 м, штабелями вантажів, транспортних засобів має бути просвіт не менше 1 м.

Щоб уникнути перекидання крана при роботі на опорах, необхідно переконатися в правильності встановлення опор і наявності зазору 30-40 мм між шинами заднього моста і ґрунтом.

Переводити стрілу та баштово-стрілове обладнання з транспортного положення до робочого та з робітника до транспортного без встановлення крана на виносні опори забороняється.

Максимальне наближення крана до краю укусу, котловану або траншеї не повинно перевищувати допустимі норми, наведені в «Правилах пристрою й безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів». Найменша припустима відстань від основи укусу котловану або траншеї до найближчих опор крана має вказуватися у проекті виконання робіт. Якщо норм Правил не може бути дотримано, укис зміцнюють.

Кран може бути встановлений на відстані не ближче 30 м від крайнього дроту лінії електропередачі (ЛЕП) або повітряної електричної мережі напругою понад 30 В. При необхідності роботи в зоні ближче 30 м від ЛЕП повинен бути оформлений наряд-допуск, в якому визначають безпечні умови роботи. Маючи уявлення про місце і ступінь небезпеки ураження струмом, що виникла, машиніст повинен своєчасно вжити заходів для ліквідації небезпечної ситуації. При роботі крана з опорами, опущеними на основу, знижується небезпека ураження струмом людини, що знаходиться на крані, з'являється інша небезпека - крокова напруга навколо крана. У разі залишати кран чи підходити до нього забороняється. Необхідно залишатися в кабіні навіть у тих випадках, коли машиніст, що знаходиться в ній, своїми діями самостійно не може звільнити стрілу або піднімається вантаж із зачеплення з проводом ЛЕП; тільки після вимкнення ЛЕП можна вийти з кабіні крана та опуститися на основу.

Небезпека ураження струмом знижується на кранах, обладнаних приладом типу АСОН, що сигналізує про наближення машини до лінії електропередачі.

Вантаж, що прибув на об'єкт, потрібно знімати з транспортних засобів у такій послідовності, щоб не порушувати рівноваги вантажів, що залишаються. Перед вивантаженням або подачею залізобетонні вироби слід оглянути, щоб переконатися у відсутності дефектів, перевірити справність захватних пристроїв та випускних петель. Знімати стропи або інші вантажозахоплювальні пристрої з встановлених на місці конструкцій можна тільки після тимчасового або остаточного закріплення.

Не можна проводити навантаження та розвантаження автотранспортного засобу, коли водій знаходиться у кабіні. Машиністу забороняється допускати до стропування вантажу осіб, які не мають прав стропальника.

Якщо зона, що обслуговується краном, не повністю проглядається з кабіни машиніста, для передачі сигналів стропальника додатково призначається сигнальник. Не дозволяється під час роботи крана входити та виходити з його кабіни. При монтажі конструкцій слід суворо дотримуватись послідовності встановлення їх, передбаченої проектом виконання робіт. Конструкції перед подачею їх до місця встановлення попередньо очищають від бруду, льоду та снігу. Під час встановлення та закріплення забороняється ставати на конструкцію або перебувати під нею. Перші плити перекриття встановлюють, перебуваючи на пересувних столиках, розташованих на перекритті змонтованого поверху.

Не можна встановлювати перші плити перекриття, перебуваючи на стінових панелях та перегородках. Наступні елементи перекриттів можна встановлювати на місце з покладених раніше плит. Для безпечної роботи під час монтажу торцевих стін застосовують навісну двоярусну люльку.

Забороняється піднімати вантаж, маса якого перевищує вантажопідйомність крана для цього вильоту. Не допускається: тертя вантажного каната при підйомі вантажу про розташовані конструкції; переміщати вантаж над людьми, виробничими та житловими приміщеннями.

ВИСНОВОК

Для можливості роботи машини на різних видах робіт, зменшення частки допоміжного часу робочого циклу застосовуються всілякі допоміжні засоби.

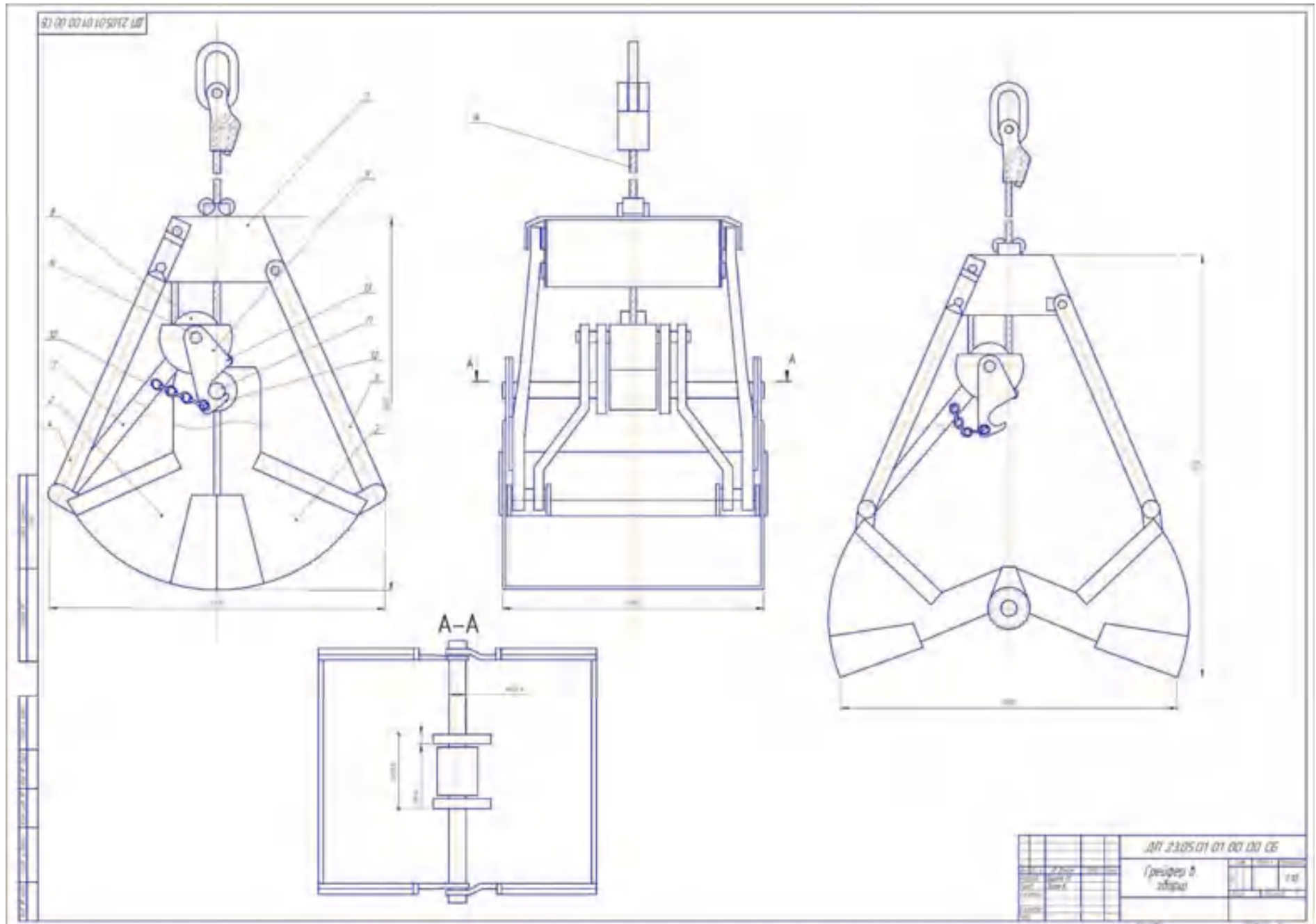
В даному дипломному проекті було розроблено можливість використання роботи крана з грейфером, що дозволяє використовувати кран для роботи з насипними вантажами. Подана модернізація також спрощує виконання різних операцій із переміщення вантажу.

Також були виконані такі розрахунки: розрахунок стійкості крана, розрахунок одноканатного грейфера, сили, що діють на механізм грейфера в процесі зачерпування.

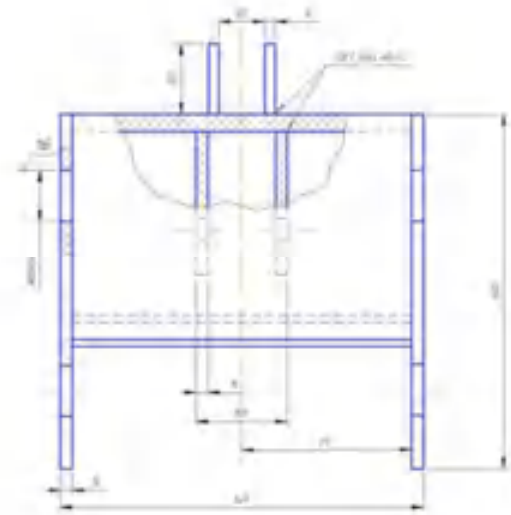
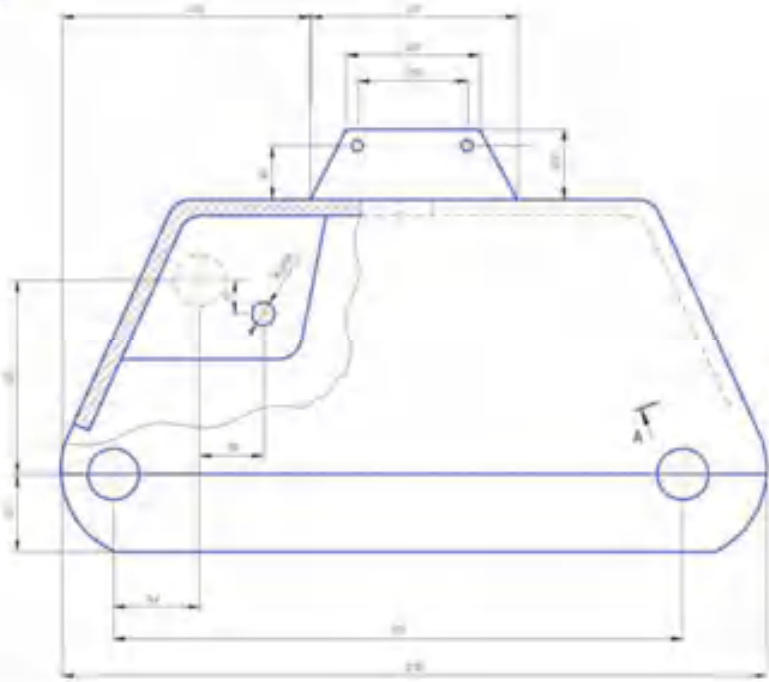
Розрахунок економічної ефективності показав, що використання обраної техніки значно вигідніше, ніж використання базової. Річна економічна ефективність становить 466 435 грн.

При проектуванні модернізації було враховано всі небезпечні та шкідливі чинники під час роботи з машиною. Існують вимоги до заходів безпеки під час роботи машини з грейфером. Також були встановлені безпечні швидкості руху машин та їх деталей.

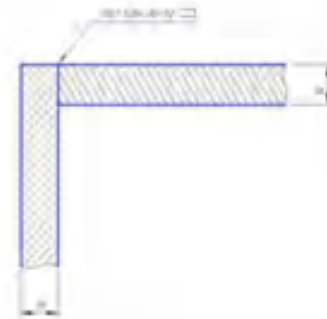
ДОДАТОК А



93 00 10 10 105012 10

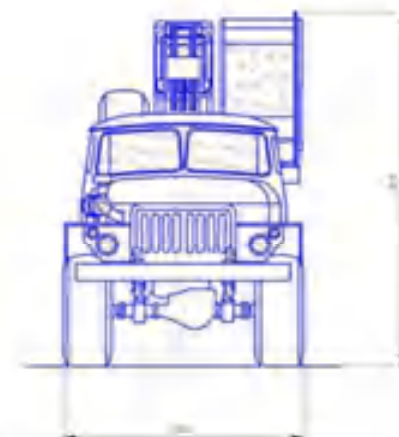
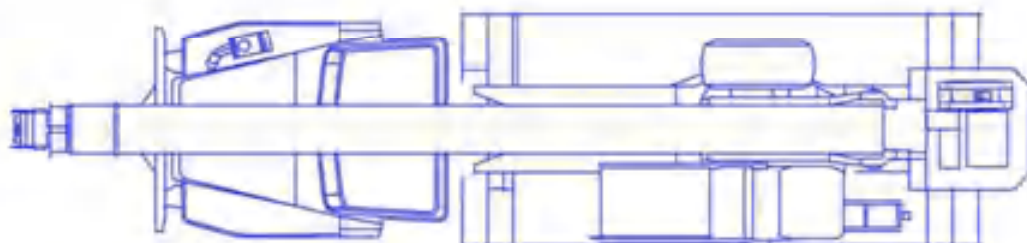
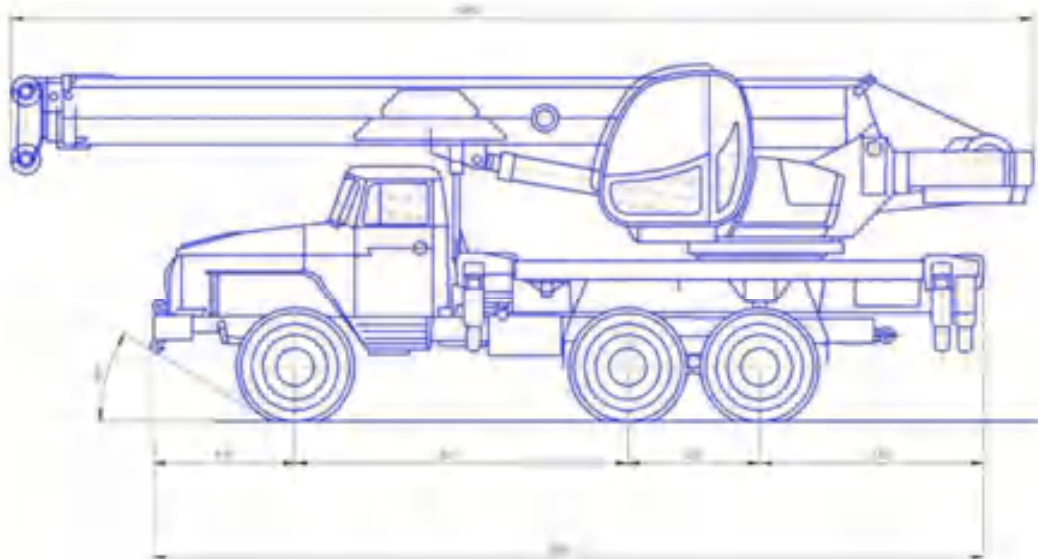


A-A 011



		ИП 23.05.01 01 01 00 СБ	
		Корпус привода	
		Складные чертежи	
		14	

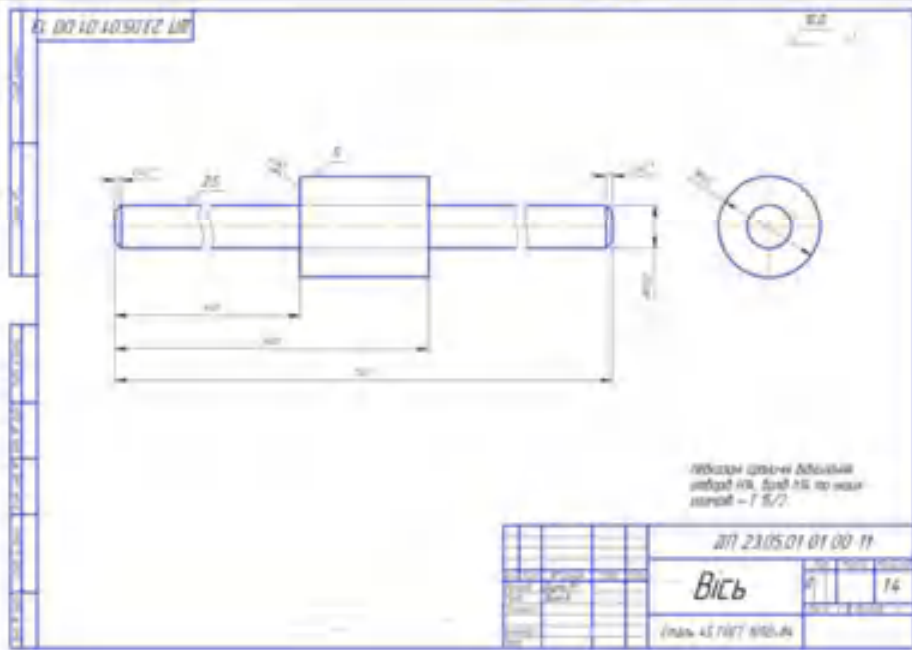
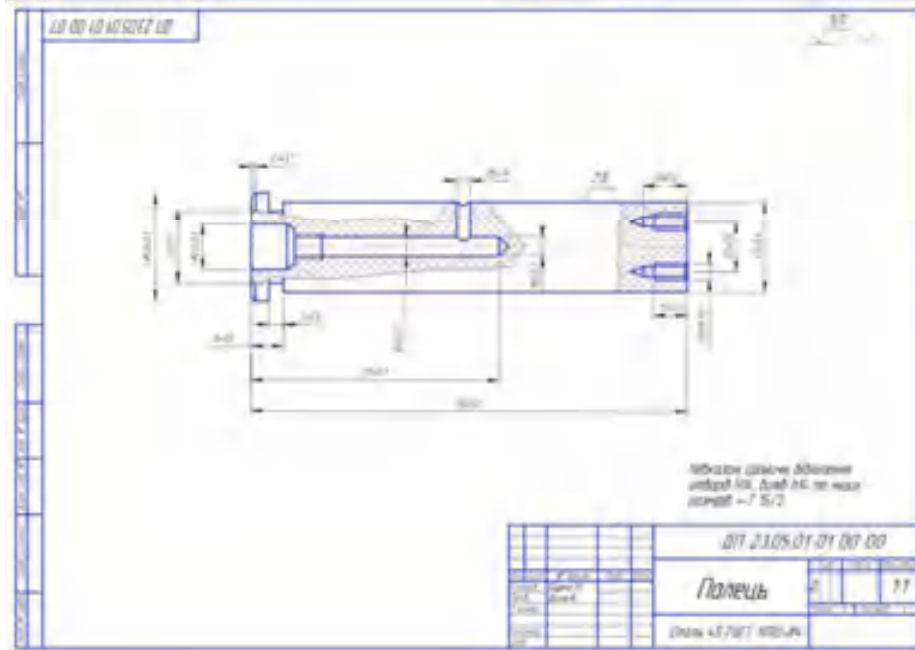
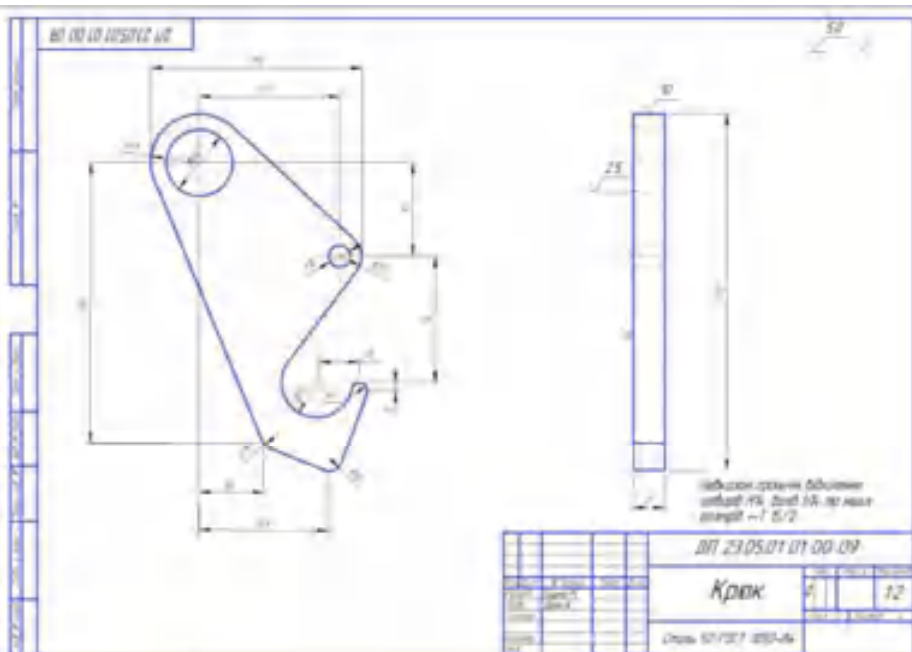
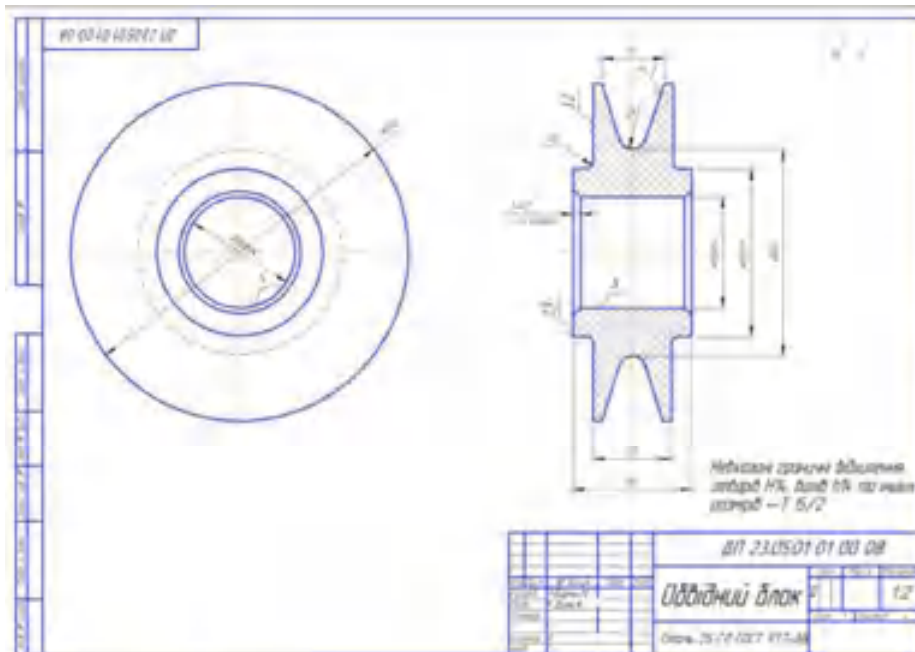
00 00 00 00 00 00 00 00



Технічна характеристика

Модель крана		КС-35714.10
Максимальна вантажопідйомність	т	16
Швидкість підйому-спуску вантажа	м/мин	9
Максимальна висота підйому вантажа	м	22,72
Максимальний виліт	м	21
Швидкість вивідгу/втягнення стріли	м/мин	15
Маса крану	т	20,6
Маса грейфера	т	2,26

00 2305.01 00 00 00 00			
Кран КС-35 714.10	Код	0000	0000
Заводський номер	01	0000	0000
Початок МР	01	0000	0000



СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Б. Ф. Білецький, І. Г. Булгакова Будівельні машини та обладнання. 2-е видання, перероблене та доповнене, 2005, 608с.
2. М.І. Гамперін, Н.Г. Домбровський. Будівельні машини. Підручник для вузів, 1980, 344с.
3. Патент № 2090484. Автор винаходу: Боос Є. А., Зайцев А.С., Богучарський П.Ф., Кружилін Н.А. "Одноканатний грейфер".
4. Зайцев Л.В., Полосін М.Д. Крани автомобільні. М: Вища школа, 1987. 208 с.
5. Зайцев Л.В., Улітенко І.П. Будівельні самохідні крани. М.: Машинобудування, 1984.251 с.
6. А.С Клементов. Проектування технологічних процесів та ремонту деталей машин. Методичний посібник з виконання технологічно розділу дипломного проекту / Сост А.С. Клементів – Хабаровськ. Видавництво ДВГУПС, 2003р.
7. А.М. Суменкова. Економіка експлуатації та ремонту будівельно-дорожніх машин та механізмів. Методичні вказівки до виконання курсової роботи. Видавництво ДВГУПС, 2009р.
8. Трудовий кодекс РФ (ТК РФ) від 30.12.2001 №197-ФЗ.
9. Таубер Б.А. грейферні механізми. М: Машинобудування, 1967. 452 с.
10. Охорона праці та промислова безпека [Електронний ресурс] <http://www.znakcomplex.ru/dokumenty/biblioteka-ot.php>
11. Екскаватор.ру [Електронний каталог] https://exkavator.ru/trade/lot/423907/2016-ivanovets_ks-35714-10.html
12. Богданов В.А. Класифікація вантажозахоплювальних пристроїв. Красноярськ, 1982. 106 з.