

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

Інститут «Гідротехнічного будівництва і цивільної інженерії»
Кафедра «Машинобудування»



**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ - ОК 25.4**

з навчальної дисципліни

**«БУДІВЕЛЬНА ТЕХНІКА
МАШИНИ ДЛЯ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ»**

до курсової роботи

для студентів, що навчаються
за Освітньо-професійною програмою «Галузеве машинобудування»
з підготовки бакалаврів
із галузі знань 13 – «Механічна інженерія»
за спеціальністю 133 – «Галузеве машинобудування»

Одеса - 2021

Укладач: - Муравйова І.О., ст. викладач кафедри машинобудування

Рецензенти:

- д.т.н., професор Оргіян О.А. Завідувач кафедри "Технології машинобудування", Одеський національний політехнічний університет.

- доцент Бічев І.К. Доцент кафедри "Технології будівельного виробництва", Одеська державна академія будівництва та архітектури.

Муравйова, І.О. Будівельна техніка. Машина для земляних робіт: метод. вказівки до виконання курсової роботи для студентів, що навчаються за Освітньо-професійною програмою «Галузеве машинобудування» з підготовки бакалаврів із галузі знань 13 – «Механічна інженерія» за спеціальністю 133 – «Галузеве машинобудування» / І.О. Муравйова; Одеська державна академія будівництва та архітектури. - О. : ОДАБА, 2021. - 63 с.

У методичних вказівках до виконання курсової роботи з дисципліни «Будівельна техніка 3 (машина для земляних робіт)» наведені наступні дані: перелік рекомендованих тем, вимоги до структури, змісту, обсягу та правила оформлення індивідуальної роботи студентів, а також наводяться методики розрахунків машин і механізмів, приклади виконання курсової роботи, довідкові дані та ін.

Методичні вказівки розглянуті й рекомендовані до видання на засіданні кафедри «Машинобудування», протокол № __ від _____р.

Відповідальний за випуск:

зав. кафедри машинобудування к.т.н. Бондаренко А. Є.

© І.О. Муравйова, 2021 рік

© ОДАБА, 2021 рік

Зміст

Вступ	6
1. Загальні вимоги до підготовки курсової роботи.	7
1.1 Цілі та завдання	7
1.2. Оформлення курсової роботи та вимоги по стандартизації, уніфікації і нормалізації.....	8
1.3 Структура курсової роботи.....	10
1.4 Вимоги до структурних елементів курсової роботи	10
1.5 Правила оформлення курсової роботи	12
1.6. Доповідь з презентацією	15
2. Рекомендації по самостійному вивченню дисципліни	16
1. Загальні відомості про машини.....	17
1.1. Ґрунти як об'єкт впливу в процесі розробки	17
1.2. Робочі органи машин і їх взаємодія з ґрунтом	17
1.3. Особливості приводів машин для земляних робіт	18
1.4. Ходовий обладнання	18
2. Одноковшеві екскаватори.....	19
2.2. Пристрій і дію передавальних механізмів.....	19
2.4. Загальний розрахунок	20
3. Багатоковшеві екскаватори	21
3.2. Багатоковшеві роторні траншеєкопачі	22
3.3. Роторні екскаватори	22
4. Машини для підготовчих робіт.....	22
4.1. Розпушувачі	22
4.2. Кушорізи та корчівники.....	23
4.3. Каналокопатели і кабелеукладчики	23
5.1. Бульдозери	24
5.2. Скрепери.....	24
5.3. Автогрейдери	25
5.4. Грейдери-елеватори.....	25
6. Машини та обладнання для ущільнення ґрунтів і спеціальних земляних робіт.....	26
6.1. Машини та устаткування для ущільнення ґрунтів	26
6.2. Бурові машини	27
6.3. Одноковшові навантажувачі для ґрунту	27
6.4. Машини для розробки мерзлих ґрунтів.....	27

7. Машина та обладнання для гідромеханізації земляних робіт.....	28
3. Методичні рекомендації щодо виконання курсового проекту.....	29
3.1 Організація роботи над проектом	29
3.2. Розрахунково-пояснювальна записка включає такі розділи:	29
3.3. Графічна частина містить:	30
3.4. Розробка пояснювальної записки.....	30
3.5. Розробка графічної частини.....	32
4. Приклади розрахунку.....	33
<i>Проект однокішшевого екскаватора</i>	<i>33</i>
4.1. Визначення основних параметрів екскаваторів з гідравлічним приводом	34
4.2 Визначення потужності двигуна та параметрів гідроустаткування	36
4.3 Розрахунок навантажень на робоче обладнання	38
4.4 Копання поворотом рукояті.....	39
5. Контрольні питання ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ІСПИТУ	46
6. Рекомендована література	48
Додаток 1	51
Одноковшеві екскаватори з обладнанням пряма лопата	51
Додаток 2.....	51
Одноковшеві екскаватори обладнанням зворотна лопата.....	51
Додаток 3	51
Одноковшеві екскаватори з обладнанням «навантажувач»	51
Додаток 4.....	52
Характеристики ґрунтів.....	52
Додаток 5	52
Умовні позначення в таблицях додатків:	52
Додаток 6.....	53
Формули для обчислення параметрів повноповоротних гідравлічних гусеничних екскаваторів (зворотна лопата).....	53
Додаток 7 Бланк завдання на курсовий проект	54
Додаток 8 Титульний лист.....	55
Додаток 9 Зміст.....	56
Додаток 10.....	57
Приклад списку використаної літератури.....	57
Додаток 11 Лист.....	58
Додаток 12 Лист.....	59

Додаток 13 Лист.....	60
Додаток 14 Лист.....	61
Додаток 15 Лист.....	62
Додаток 16.....	63

Вступ

Земляні роботи характеризуються високою вартістю і трудомісткістю. Так, в промисловому будівництві їх вартість становить близько 15%, а трудомісткість - 18 ... 20% від загального обсягу робіт. На земляних роботах зайнято близько 10% загальної чисельності робітників будівництва. Мінімальна вартість і трудомісткість земляних робіт можуть бути забезпечені:

1 - при мінімальному проектному обсязі розробляється ґрунту;

2 - при такій послідовності виконуваних робіт, коли кожен об'єм ґрунту, що розробляється в проектній виїмці, відразу укладається в передбачене для нього місце в проекті насипу, що виключає багатократну переробку одного і того ж об'єкта ґрунту;

3 - при використанні найбільш ефективних за вартістю і трудомісткістю методів виконання робіт і їх механізації. Це мається на увазі наявність висококваліфікованих інженерів-механіків зі знаннями принципів ефективної експлуатації засобів механізації земляних робіт, створення, впровадження та вдосконалення перспективних зразків такої техніки і методів її експлуатації. Дана методична розробка призначена для студентів, що навчаються за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» ОКР «Бакалавр» з дисципліни «Будівельна техніка 3 (машини для земляних робіт)». Цей курс знайомить студентів з типовими конструктивними рішеннями сучасних вітчизняних і зарубіжних машин та розглядає слідуючи теми:

1. Загальні відомості та класифікація машин для земляних робіт.

2. Землерийні машини. Призначення, класифікація, конструктивні схеми, змінне робоче обладнання, шляхи підвищення продуктивності.

3. Землерийно-транспортні машини. Призначення, класифікація, конструктивні схеми, шляхи підвищення продуктивності.

4. Машини та устаткування для ущільнення ґрунтів, підготовчих, допоміжних і спеціальних земляних робіт. Призначення, класифікація, конструктивні схеми

Методичні вказівки містять завдання для написання курсової роботи з вивчення та закріплення тем, що розглядаються детальніше у лекційному курсі.

Методичні рекомендації мають наступну структуру:

- пояснювальна записка, в якій даються загальні рекомендації по організації вивчення всіх тем дисципліни;

- пояснення для виконання курсової роботи;

- завдання на курсову роботу;

- приклад виконання курсової роботи;

- перелік рекомендованої літератури, та ін.

Дисципліна вивчається на третьому курсі. Обсяг навчального матеріалу становить 4,5 кредити ECTS (135 академічних годин), в тому числі 32 години - лекції, 32 години - практичні заняття, курсова робота, іспит.

За вказаною дисципліною студенти здають іспит і виконують курсову роботу. Для отримання допуску до складання іспиту необхідно регулярне

відвідування лекцій, практичних занять, а також виконати курсову роботу і захистити її. Курсова робота повинна бути захищена до здачі іспиту.

1. Загальні вимоги до підготовки курсової роботи.

1.1 Цілі та завдання

Курсова робота - самостійна робота, яка передбачає систематизацію, закріплення і поглиблення знань з конкретної дисципліни. Написання курсової роботи є однією з найважливіших обов'язкових форм самостійної роботи студентів в процесі професійної підготовки. Вона передбачає набуття студентами навичок наукового дослідження, досвіду роботи з фаховою літературою та першоджерелами інформації, підбору і первинної обробки фактичного і цифрового матеріалу, його аналізу, оцінки і прогнозування основних показників, вміння самостійно викладати свої думки і робити висновки на основі зібраної і обробленої інформації стосовно до конкретно розроблюваної теми.

У процесі виконання курсової роботи необхідно вибрати найбільш раціональне рішення поставленої задачі і показати вміння користуватися навчальними посібниками, довідниками, періодичною літературою, а також матеріалами проектних організацій та виробництв. Прийняті рішення повинні бути прогресивними і, як правило, призводити до підвищення продуктивності праці.

Курсова робота - завершальний етап підготовки фахівця з даної дисципліни. Виконання курсового проекту є важливим підготовчим етапом до дипломного проектування. Дипломний проект може стати продовженням курсового проекту. Важливою особливістю курсової роботи є її практична значущість: можливість використання отриманих результатів в умовах реального виробництва. Зокрема, доцільно здійснювати модернізацію машин і устаткування, що знаходяться в експлуатації.

Курсова робота є одним з основних видів самостійної навчально-дослідної та методичної роботи студента під керівництвом викладача. Найважливіші критерії заможності курсової роботи: професіоналізм (оволодіння як теоретичними знаннями, так і професійними практичними навичками роботи), самостійність і творчий підхід.

Зміст курсової роботи має відповідати затвердженій тематиці. За обраною темою курсової роботи студент самостійно складає план роботи, який обговорює з викладачем, який здійснює наукове керівництво роботою студента з даної теми. Вивчення літератури, збір фактичного матеріалу, аналіз і прогноз економічних показників по темі, написання тексту і оформлення роботи здійснюються студентом самостійно при консультаційній підтримці і контролі з боку викладача.

Структура курсової роботи повинна логічно відповідати її темі і забезпечувати різнобічне дослідження предмета вивчення. Оформлення курсової роботи повинно здійснюватися відповідно до прийнятих вимог.

1.2. Оформлення курсової роботи та вимоги по стандартизації, уніфікації і нормалізації

При виконанні курсового проекту (графічної частини і розрахунково-пояснювальної записки) необхідно строго дотримуватися вимог Державних стандартів.

Графічна частина проекту виконується на 2,5 ... 3 аркушах креслень формату А1 на комп'ютері в повній відповідності з вимогами «Єдиної системи конструкторської документації». Кожен формат креслення повинен мати рамку з полями з лівого боку - 20 мм, праворуч, знизу і зверху - по 5 мм.

У правому нижньому кутку кожного формату від лінії рамки поміщають основний напис (кутовий штамп).

Креслення, розміри, позначення і написи на них виконують відповідно до вимог ЕСКД (ГОСТ 2.109-73).

Схеми виконують згідно з вимогами ГОСТ 2.701-84, ГОСТ 2.702-75, ГОСТ 2.703-68, ГОСТ 2.704-76, ГОСТ 2.705-70, ГОСТ 2.721-74, ГОСТ 2.770-68, ГОСТ 2.780-96, ГОСТ 2.782-96, ГОСТ 2.784-96, ГОСТ 2.785-70.

Штampi викреслюють по ГОСТ 2.104-68. Масштаби креслень приймають відповідно до ГОСТ 2.302-68, товщину ліній - по ГОСТ 2.303-68, шрифти підписів - по ГОСТ 2.304-81, а самі підписи - по ГОСТ 2.316-68.

Зображення виконуються відповідно до ГОСТ 2.305-68 і ГОСТ 2.306-68, аксонометричні проекції - по ГОСТ 2.317-69.

Розміри і відхилення від них позначають по системі ІСО відповідно до СТ РЕВ 144-75, СТ РЕВ 145-75. Позначення відхилень розмірів числами допустимі тільки в чорнових опрацюваннях. Відхилення від форми, шорсткості поверхонь і покриття позначають по ГОСТ 2.308-79, ГОСТ 2.310-68 (СТ РЕВ 367-86), різьблення - по ГОСТ 2.311-68 (СТ РЕВ 284-76), шви зварних з'єднань - по ГОСТ 2.312-72.

Специфікацію виконують на окремих аркушах формату А4 відповідно до ГОСТ 2.108-68. Вона є останнім додатком до розрахунково-пояснювальної записки.

Зміст графічного матеріалу курсових проектів з різних дисциплін різному і наводиться у відповідних розділах цього посібника.

Пояснювальну записку оформлюють на одній стороні аркушів білого паперу формату А4 (297 • 210 мм) відповідно до ГОСТ 2.104-68 і ГОСТ 2.105-95. На кожному аркуші виконують рамку з полями: зліва - 20 мм, з інших сторін - 5 мм. Обсяг записки складає 20 ... 25 сторінок. У відповідних місцях тексту роблять посилання на креслення і окремі позиції на них. На кожному аркуші, крім титульного, викреслюють штамп відповідно до ГОСТ 2.104-68: на першому аркуші - висотою 40 мм, на решті - 15 мм.

Записка може бути виконана на комп'ютері (шрифт Times New Roman 14). Виклад має бути ясным, конкретним, з дотриманням правил орфографії та

пунктуації. Всі розрахунки виконують в системі СІ. Загальноприйняті скорочення допускається не розшифровувати. Скорочення, що застосовуються студентами, повинні бути розшифровані, коли вперше зустрічаються в тексті. Слід використовувати загальноприйняту технічну термінологію, можна применяті різні терміни для позначення одного і того ж поняття.

Малюнки або фотографії повинні бути пронумеровані (якщо їх декілька) і мати підписи. Таблиці також повинні мати нумерацію (якщо їх декілька) і назви.

Формули, що наводяться в тексті, нумерують, щоб полегшити посилання на них. При використанні літературних, технічних і патентних джерел, а також формул необхідно давати посилання в квадратних дужках на відповідні джерела. Список використаної літератури по ГОСТ 7.1-2003 може бути дан в алфавітному порядку або відповідно до послідовності посилань, але більш зручний і прийнятий в технічній літературі алфавітний порядок. Список літератури оформлюють так само, як джерела інформації методичних вказівок.

Записка повинна бути зброшуровані, зшита і вставлена в халепу.

При модернізації будівельних машин, конструюванні складальних одиниць і опрацювання креслень деталей необхідно керуватися принципами стандартизації, уніфікації і агрегування.

Стандартизація - це встановлення норм і вимог до фізичних і розмірним величинам, якісним характеристикам виробничої продукції. Норми і вимоги, що встановлюються при стандартизації, оформляють у вигляді Державних стандартів (ДСТУ). Частина виробленої продукції випускається відповідно до технічних норм і вимог, що діють в межах окремого відомства чи підприємства. Такі норми і вимоги називаються нормальними.

Стандарти і нормальні дозволяють уніфікувати виробничу продукцію. Перед уніфікацією ставляться такі завдання:

1. Зменшення різноманіття видів і типів виробів однакового функціонального призначення шляхом зміни в необхідних випадках конструкцій або конструктивних елементів; основних і другорядних розмірів; умов забезпечення взаємозамінності, допусків і посадок; марок і різновидів використовуваних матеріалів; способів термічної і термохімічної обробки; видів металопокривів і т. д.

2. Зміна конструкцій і виконавчих розмірів, марок матеріалів, термічної і термохімічної обробки і точності виготовлення аналогічних деталей, що застосовуються на різних підприємствах.

3. Створення комплексів взаємозамінних складальних одиниць і деталей, призначених для збирання значно більшою номенклатури машин шляхом додавання певної кількості спеціальних складальних одиниць і деталей.

Агрегування - це метод створення машин (устаткування), заснований на геометричній і функціональній взаємозамінності окремих складальних одиниць, кожна з яких може бути використана при створенні різних модифікацій (виконань) машин (устаткування).

Найважливішою перевагою агрегованих машин (устаткування) є їх конструктивна оборотність і можливість багаторазового використання стандартних складальних одиниць в нових компоновках при зміні конструкції об'єктів виробництва.

Стандартизація є основою уніфікації, агрегування, широкого розвитку спеціалізації і кооперування виробництва.

Здійснення принципів уніфікації і агрегування при створенні будівельних машин з взаємозамінних стандартних елементів дозволяє в 10 разів скоротити кількість їх типорозмірів і номенклатуру деталей, що обумовлює можливість широкого впровадження найбільш ефективних виробів масового і великосерійного виробництва.

1.3 Структура курсової роботи

1. Титульний лист (обсяг 1 стор.).
2. Завдання на курсову роботу (обсяг 1 стор.) (Додаток 1).
3. Календарний план розробки курсової роботи (обсяг 1 стор.) (Додаток 2).
4. «Зміст» (обсяг 1 стор.) (Додаток 3).
5. Перелік скорочень, умовних позначень, символів, одиниць, термінів і іноземних слів, що містяться в тексті роботи (обсяг 1-2 стор.);
6. «Введення» (обсяг 1-2 стор.).
7. Основна частина, що складається з двох-трьох розділів (глав): теоретичного, методологічного, практичного - та висновків після кожного розділу, крім того, кожен розділ (глава) повинен бути розділений на параграфи) (обсяг 15-20 стор.).
8. «Висновок» (обсяг 1-2 стор.).
9. Список використаної літератури (обсяг 1-2 стор.).
10. Додатки (якщо вони є) не входять до загальний обсяг роботи і оформляються без номерів сторінок. У них, як правило, розміщуються схеми, таблиці, діаграми, витяги з документів і т.п. Посилання в тексті на них обов'язкові! Додатки оформляються автором творчо. Основні вимоги до їх оформлення - наочність, повнота і точність інформації, викладеної в них.

1.4 Вимоги до структурних елементів курсової роботи

Титульна сторінка. Титульний аркуш є першою сторінкою курсової роботи і служить джерелом інформації про тему, автора, керівника, місце і час її написання. На титульному аркуші в обов'язковому порядку наводять такі відомості:

- найменування навчального закладу;
- найменування роботи (курсова);
- назва (тема) роботи;
- прізвища та ініціали виконавця і керівника роботи;
- місце і дата написання роботи.

«Введення» має містити оцінку сучасного стану питання, що освітлюється в роботі, обґрунтування вибору теми, підстава та вихідні дані для її розробки, опис актуальності, об'єкта, предмета, меж дослідження, цілей і завдань курсової роботи, результатів, що виносяться на захист, а також їх ефективність. Рекомендований обсяг «Введення» - не більше двох сторінок друкованого тексту.

Основна частина повинна містити текстові матеріали і числові дані, що відображають істота, методику та окремі результати, досягнуті в ході виконання курсової роботи, розрахунки. Основна частина курсової роботи повинна включати в себе не менше двох-трьох розділів, поділених на параграфи. При цьому в них повинні освітлюватися наступні питання. У теоретичній (аналітичній) частини: еволюція досліджуваного предмета. Поняття, зміст і значення досліджуваного предмета (процесу, явища) і відображають його показників. Проблеми, що виникли в області предмета дослідження. У методологічній (науково-методичній) частини: нормативно-правова база функціонування предмета дослідження. Методичні аспекти вирішення поставлених питань. Загальна техніко-економічна характеристика об'єкта дослідження. У практичній (проектній) частини: аналіз досліджуваного предмета (процесу, явища, показників). Прогноз (бажано багатоваріантний з описом сценарних припущень) розвитку досліджуваного предмета (процесу, явища, показників). Практичні рекомендації щодо поліпшення діяльності досліджуваного об'єкта (підприємств, фірм, мереж і т.д.).

Основна частина курсової роботи викладається у вигляді поєднання тексту, ілюстрацій, таблиць і графіків. Зміст слід ділити на глави, а глави - на параграфи (наприклад, теоретичного, методологічного, методичного, описово-аналітичного та прогностно-рекомендаційного характеру). Другий розділ має бути прив'язана до якої-небудь організації (установі, підприємству), де повинні бути викладені склад, структура, організація управління, реалізація державних законодавчих актів та взаємодія підприємства з державними і муніципальними установами. У свою чергу, глави необхідно ділити на параграфи і підпунктах. Такий поділ має сприяти більш стрункому і впорядкованого викладу матеріалу. При цьому кожен пункт повинен містити закінчену інформацію, логічно вписується в загальну структуру роботи і сприяє досягненню її цілей. Кожна глава закінчується висновками по викладеному в главі матеріалу. До кожного параграфу має бути не менше 1-2 виносков (посилань) в кінці сторінки, виконаних 12 шрифтом.

«Висновок» має містити короткі висновки і рекомендації за результатами проведеної роботи. Як правило, в роботі за результатами дослідження виробляються 2-3 практичних рекомендації щодо вдосконалення предмета дослідження, з яких 1-2 практичні рекомендації підлягають захисту з економічним, політичним і соціальним обґрунтуванням їх доцільності. Рекомендований обсяг «Висновки» - 1-3 сторінки друкованого тексту.

Список використаної літератури повинен містити відомості про джерела інформації та літератури, використаних в процесі виконання курсової роботи. У

переліку використаної літератури слід вказувати автора, найменування джерела, видавництво, рік видання, а також кількість сторінок джерела. У додатку рекомендується включати матеріали, пов'язані з процесом виконання курсової роботи, які сприяють розумінню викладеного матеріалу, але з яких-небудь причин не можуть бути включені в основну частину даної роботи без шкоди для її структури і змісту.

У додатку рекомендується включати:

- матеріали, що доповнюють зміст курсової роботи;
- таблиці допоміжних цифрових даних;
- інструкції, методики, опису алгоритмів і програм завдань, вирішених на ЕОМ;
- ілюстрації допоміжного характеру (графіки, фотографії, форми документів, витяги з газетних або журнальних статей і т.п.).

1.5 Правила оформлення курсової роботи

Курсова робота друкується на комп'ютері (принтері) на одній стороні білого паперу формату А4 (210 297 мм) через півтора інтервали. При цьому для текстів, виконаних на друкуючих і графічних пристроях ЕОМ, висота шрифту повинна бути не менше 2,5 мм (Times New Roman, 14 шрифт). Обсяг курсової роботи - в межах 25-50 сторінок друкованого тексту, надрукованих на стандартних аркушах зазначеного формату. Текст слід друкувати, дотримуючись таких (міжнародні) розміри полів: ліве - не менше 30 мм, праве - 10 15 мм, верхнє - не менше 25 мм, нижнє - не менше 20 мм. Прізвища, назви установ, фірм, географічні назви та інші імена власні наводяться в тексті мовою оригіналу. Допускається транслітерувати власні назви і наводити їх російською мовою з додаванням в дужках (при першій згадці в тексті) оригінального написання. Текст основної частини ділять на розділи, підрозділи, пункти. Найменування структурних розділів курсової роботи: «ЗМІСТ», «ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ», «ВСТУП», «ВИСНОВКИ», «Список використаних джерел» повинні служити заголовками відповідних структурних елементів роботи. Заголовки структурних елементів курсової роботи і розділів основної частини слід розташовувати в середині рядка без крапки в кінці і друкувати прописними літерами, не підкреслюючи. Заголовки підрозділів і пунктів слід розташовувати в центрі листа, друкувати з великої літери, не підкреслюючи, без крапки в кінці. Якщо заголовок включає кілька речень, їх розділяють крапками. Перенесення слів в заголовках не допускаються. Відстань між заголовками структурних елементів роботи, розділів основної частини і текстом має бути не менше 2-3 інтервалів. Пункти і підпункти основної частини слід починати друкувати з абзацного відступу. Нумерація сторінок, розділів і підрозділів Сторінки курсової роботи нумеруються арабськими цифрами. Титульний лист включається в загальну нумерацію сторінок роботи. Номер сторінки на титульному аркуші не ставиться. Ілюстрації і таблиці, розташовані в додатках, до загальної нумерації сторінок не включаються. Номери сторінок можна

проставляти зверху або в центрі, або в правій частині сторінки, але в навчальних цілях для однаковості оформлення курсових робіт і для простоти виконання роботи рекомендується провести нумерацію зверху справа сторінки. Розділи, підрозділи, пункти і підпункти слід нумерувати арабськими цифрами. Розділи повинні мати порядкову нумерацію в межах основної частини і позначатися арабськими цифрами з крапкою, наприклад: 1., 2., 3. і т.д., підрозділи - 1.1., 1.2., 1.3. і т.д.

Пункти повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу (глави) або підрозділу. Номер пункту включає номер розділу, номер підрозділу і свій власний номер, розділені крапкою, наприклад 1.2.3., 3.6.2. і т.п. Якщо розділ або підрозділ має лише один пункт, то нумерувати даний пункт не слід.

Ілюстрації (креслення, графіки, схеми, діаграми і малюнки) слід розташовувати безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються вперше або на наступній сторінці. На всі ілюстрації мають бути посилання в тексті. Ілюстрації повинні мати назву, яку розміщують під ілюстрацією. При необхідності під ілюстрацією розміщують пояснювальні дані (підрисунковий текст). Ілюстрації позначаються словом «Рис.», яке поміщають після пояснювальних даних. Ілюстрації слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах всієї роботи (рис. 1). Масиви цифрової інформації рекомендується оформляти у вигляді таблиць, діаграм, графіків і т.п. Таблицю слід розташовувати безпосередньо після тексту, в якому вона згадується вперше, або на наступній сторінці, якщо того вимагають розміри таблиці. На всі таблиці повинні бути посилання в тексті (табл. Та її порядковий номер без знака №) - Таблиця 1. Таблиці слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах всієї курсової роботи. Номер слід розміщувати в правому верхньому куті над заголовком таблиці після слова «Таблиця» (без знака №). Перерахування та примітки перерахування при необхідності можуть бути приведені всередині пунктів або підпунктів. Перерахування слід нумерувати порядковою нумерацією арабськими цифрами з дужкою, наприклад 1), 2), 3) і т.д., і друкувати малими літерами з абзацного відступу. В межах одного пункту або підпункту не допускається більше однієї групи перерахувань. Примітки розміщують безпосередньо після тексту, таблиці, ілюстрації, до яких вони належать, і друкують з великої літери з абзацного відступу. Слово «Примітка» слід друкувати з великої літери з абзацного відступу в розрядку з точкою. Однієї примітки не нумерують. Кілька приміток слід нумерувати порядковою нумерацією арабськими цифрами з крапкою, наприклад:

Примітка Примітки: 1. 2. Посилання Статистичні дані та інші матеріали, взяті з літературних джерел, повинні обов'язково супроводжуватися посиланнями. Посилання в тексті на джерела допускається наводити в підрядковому примітці або вказувати порядковим номером за списком джерел, виділеним двома косими чертами. Посилання на розділи, підрозділи, пункти, підпункти, ілюстрації, таблиці, формули, перерахування, додатки слід

вказувати їх порядковим номером, наприклад: «... в розд. 4 », « ... по п. 3.3.4 », « ... в підпункті 2.3.4.1. », « ... п. 3 », « ... за формулою (3) », « ... в рівнянні (2) », на рис. 7, в додатку 5 ». Якщо в роботі одна ілюстрація (таблиця, формула, додаток), то слід при посиланнях писати «на рисунку» («в таблиці», «за формулою», «в додатку»). Не слід перевантажувати текст цитатами. Перелік скорочень і умовних позначень У роботі можна застосовувати загальноприйняті умовні позначення - скорочення. Перелік дається у вигляді стовпчика. Зліва в алфавітному порядку наводяться скорочення (умовні позначення, символи, одиниці, терміни), праворуч - їх повне розшифрування. Список використаної літератури У список включаються всі джерела інформації, використані при написанні курсової роботи: збірники, документи, монографії, статті і т.д. Використана література оформляється відповідно до встановлених загальних правил і вказується в кінці роботи. Оформлення списку використаної літератури можливо різними способами: - вся література вказується в алфавітному порядку. Даний спосіб найбільш простий і частіше рекомендується початківцям дослідникам; - спочатку вказуються нормативні акти федерального, потім - регіонального значення, далі - навчальні, навчально-методичні та наукові видання, потім - періодична література та в кінці - інтернет-джерела (приклад оформлення - в «додатку 5»). Відомості про джерела повинні включати: прізвище (в називному відмінку) та ініціали авторів, назва роботи, місце видання, видавництво, дату видання і обсяг роботи. Джерела слід вказувати в тому вигляді, як вони вказані на титульному аркуші. Місце видання слід приводити повністю в називному відмінку, скорочуючи назви тільки двох міст - Москва (М.) і Санкт-Петербург (СПб.). Названня видавництва пишуть в називному відмінку, а рік видання - цифрами без слова «рік»: М.: Думка, 1996..

Додатки слід оформляти як продовження курсової роботи на її наступних сторінках, розташовуючи їх в тому порядку, в якому на них давалися посилання в тексті. Кожна програма має починатися з нової сторінки і мати змістовний заголовок, надрукований прописними буквами. У правому верхньому куті над заголовком прописними буквами має бути написано «Додаток». Якщо додатків більше, ніж одне, їх слід нумерувати арабськими цифрами в порядку зростання (без знака №) - «Додаток 2». Розділи, підрозділи, пункти, ілюстрації, таблиці, вміщені в додатку, слід нумерувати в межах кожного додатка [67]. В кінці роботи ставиться дата її виконання, підписи студента, наукового керівника і консультанта. Закінчена робота переплітається (брошується). 6.5. Захист курсової роботи Якщо ти талановитий свого начальника, твій начальник - геній. Виконана курсова робота здається студентом рукописом у встановлений термін. На кожну курсову роботу науковий керівник дає письмовий відгук із зазначенням її сильних і слабких сторін і попередню оцінку. Робота, яка не відповідає вимогам, що пред'являються, віз повертається студенту на доопрацювання. Курсові роботи, які отримали позитивний відгук, захищаються студентами перед призначається кафедрою комісією. Для захисту курсової роботи студент розробляє пре-

зентацію своєї роботи, з показом всіх основних результатів роботи. Презентація повинна складатися з 12-15 слайдів. Студент повинен підготувати доповідь тривалістю 7-10 хвилин. Під час захисту доповідачу дається можливість відстоювати і доводити свою точку зору. На захисті курсових робіт мають право виступати з зауваженнями і побажаннями всі присутні. Остаточна оцінка ви- представляється комісією за підсумками захисту [60].

1.6. Доповідь з презентацією

Презентація (від лат. Praesentatio «уявлення») - документ або комплект документів, призначений для подання чого-небудь (організації, проекту, продукту і т.п.). Мета презентації - донести до аудиторії повноцінну інформацію про об'єкт презентації в зручній формі. Презентація в нашому випадку робиться до доповіді на практичному занятті, виконується за допомогою комп'ютерної програми «Power Point» і демонструється на відеопроєктор в спеціально підготовленої навчальній аудиторії.

Рекомендації щодо виконання презентації до доповіді

1. На першому слайді вказується тема доповіді, прізвище та ініціали доповідача, факультет / інститут, група.

2. Матеріал, представлений на слайдах, повинен містити основу доповіді, тобто відображати всі його структурні елементи.

3. Доповідач в своєму виступі дає пояснення, уточнення і доповнення до матеріалу, представленого в презентації, розкриває подробиці і робить примітки.

4. Варто уникати дублювання матеріалу, представленого в презентації і викладається в усному супроводі доповіді.

5. Кількість слайдів в презентації обмежується регламентом часу доповіді (10 хвилин - 5-6 слайдів, 15 хвилин - 8-10 слайдів, 20 хвилин - 10-12 слайдів і т.д.). З огляду на те, що таких доповідей на занятті зазвичай кілька, не варто перевантажувати доповідь слайдами і витримувати регламент часу доповіді в цілому, щоб не втомити аудиторію.

6. Оформлення слайдів - справа виключно творче. Слід пам'ятати, що не слід перевантажувати матеріалом (текст, діаграми, схеми і т.п.) окремий слайд, він повинен залишатися читабельним, з розбірливим шрифтом. Як правило, якщо підкладка (макет) слайда вибирається в темних тонах, то матеріал на ньому представляється в світлих тонах, і навпаки.

7. На закінчення доповіді робиться висновок (и) і аудиторії повідомляється, що доповідь закінчено. Зразок презентації, використовуваної при доповіді, перед- ставлен в Додатку 2, слайди 1-12.

2. Рекомендації по самостійному вивченню дисципліни

Для освоєння курсу в повному обсязі слід самостійно вивчити матеріал за підручниками і навчальними посібниками, виконати курсову роботу, читати періодичну літературу, яка висвітлює останні досягнення науки і техніки в області будівельних машин, перспективи їх розвитку, і на завершення прослухати лекції, узагальнюючі знання, і відвідувати практичні заняття.

У кожному розділі роботи акцентуються найбільш важливі питання, пропонується розібратися у взаємозв'язках різних машин і обґрунтувати вибір машин і їх параметрів.

Контрольні питання для самоперевірки по найбільш важливим положенням досліджуваного розділу є як би робочою програмою даного курсу. Відповіді на контрольні питання обов'язково повинні супроводжуватися малюнками з посиланнями на них у тексті.

При опрацюванні тим по кожній групі машин слід зосередити увагу на наступних питаннях:

- основне призначення машини;
- галузь застосування;
- конструкція і взаємодія елементів;
- техніко-експлуатаційні параметри;
- основи теорії робочих процесів і фактори, що впливають на робочий процес;
- визначення продуктивності машин і потужності на привід основних робочих органів і машини в цілому;
- визначення навантажень на робочі органи і їх елементи;
- основи технічної експлуатації, техніки безпеки і охорони навколишнього середовища.

При самостійному вивченні курсу рекомендується вести конспект, викладаючи в ньому основні відомості з перерахованих питань.

При вивченні конструкції машини корисно складати спрощену (принципову) схему її пристрою, аналізувати і записувати висновки залежностей параметрів робочих процесів і робочих органів машин.

При вивченні основ розрахунку слід викреслювати необхідні розрахункові схеми, а потім приводити основні формули.

Для контролю засвоєння матеріалу за кожною темою даються питання для самоперевірки.

Питання для самостійного вивчення дисципліни та виконання контрольних робіт.

Вступ

У цьому розділі необхідно розглянути такі основні питання:

1. Загальні відомості про дисципліну «Машини для земляних робіт», її завдання та цілі.
2. Значення механізації земляних робіт.

3. Короткий нарис розвитку землерийних машин. Коротка класифікація машин.

4. Основні напрямки розвитку землерийних машин. 5. Вимоги, що пред'являються до землерийних машин.

При вивченні вимог до машин слід звернути увагу на їх транспортабельність, мобільність, прохідність, надійність, універсальність, простоту управління, технічне обслуговування і ремонт в експлуатаційних умовах.

Питання для самоперевірки:

1. Шляхи вдосконалення та перспективи розвитку машин для земляних робіт.

2. Вимоги, що пред'являються до машин для земляних робіт.

Контрольні питання

1. Загальні відомості про машини

При вивченні матеріалу розділу необхідно усвідомити значення механізації земляних робіт; відомості про земляних роботах і спорудах; склад і особливості процесу виконання земляних робіт; класифікацію машин за принципом дії, призначенням, приводу і ходового обладнання; розподіл загального обсягу земляних робіт між машинами різних типів.

1.1. Ґрунти як об'єкт впливу в процесі розробки

У цій темі вивчають класифікацію ґрунтів за походженням, станом, механічної міцності і опору різанню, а також їх фізико-механічні властивості (гранулометричний склад, пористість, вологість, щільність, зв'язність, опір зрушенню і зовнішньому тертю, абразивність, липкість, разрихляємость, несучу здатність).

Вивчаються особливості властивостей мерзлих ґрунтів, вплив фізико-механічних властивостей ґрунтів на роботу машин, ґрунти як об'єкт і матеріал у заходах з охорони природи.

Питання для самоперевірки:

1. Класифікація ґрунтів.

2. Основні фізико-механічні властивості ґрунтів.

3. Особливості властивостей мерзлих ґрунтів.

4. Вплив фізико-механічних властивостей ґрунтів на роботу машин.

1.2. Робочі органи машин і їх взаємодія з ґрунтом

У цій темі розглядають способи розробки ґрунтів, типи робочих органів землерийних машин та їх взаємодію з ґрунтом. Особливу увагу необхідно звернути на вимоги до робочих органів (технологічну відповідність, мінімальна енергоємність робочого процесу, міцність і надійність); усвідомити залежність конструкції робочого органу від зовнішніх умов, що впливають на робочий процес, а також поняття «опір різанню» і «опір копання»; вивчити основні закономірності та особливості цих процесів, способи активізації розробки

грунтів, раціональну конструкцію ріжучої частини робочих органів землерийних машин, розрахунок сил копання і різання.

На закінчення слід оцінити економічну ефективність - найважливіший критерій раціональності робочого органу землерийної машини.

Питання для самоперевірки:

1. Способи розробки ґрунтів.
2. Типи робочих органів.
3. Сутність поняття «різання ґрунту».
4. Сутність поняття «копання ґрунту».
5. Вимоги до робочих органів.
6. Розрахунок сил копання і різання ґрунту.
7. Раціональна конструкція ріжучої частини робочих органів.
8. Оцінка економічної ефективності раціонального робочого органу землерийної машини.

1.3. Особливості приводів машин для земляних робіт

Тема передбачає вивчення видів приводу і систем управління машин для земляних робіт. Необхідно засвоїти вимоги до приводів і систем управління машин для земляних робіт; вивчити режими роботи машин, особливості використання основних видів приводу (теплового, електричного та гідравлічного) і систем управління (механічною, гідравлічною і пневматичною), механічні характеристики приводів; основні види трансмісій, що застосовуються в цих машинах.

Питання для самоперевірки:

1. Види приводів, що застосовуються в машинах для земляних робіт.
2. Режими машин для земляних робіт.
3. Характеристика теплового приводу і особливості його використання.
4. Характеристика гідравлічного приводу і особливості його використання.
5. Характеристика електричного приводу і особливості його використання.
6. Види трансмісій, що застосовуються в машинах для земляних робіт.
7. Накресліть схему пневматичної системи управління і назвіть область її застосування.
8. Накресліть схему гідравлічної системи управління і назвіть область її застосування.
9. Накресліть схему механічної системи управління і назвіть область її застосування.
10. Опишіть прилади та пристрої, що забезпечують безпечну роботу машин для земляних робіт.

1.4. Ходове обладнання

У цій темі вивчають призначення і класифікацію ходового обладнання для земляних робіт, основні вимоги до нього, відмінні риси та порівняльну характеристику основних типів.

При вивченні різних типів ходового обладнання слід звернути увагу на область їх переважного використання, принциповий пристрій і відмінності, зрозуміти суть особливостей взаємодії ходового обладнання з ґрунтом; вивчити колісні схеми пневмоколісного ходу і їх вплив на тягові якості машин, системи спирання гусеничних машин, статично визначні та невизначені; усвідомити суть тягового розрахунку і вибору силової установки для приводу ходу.

Питання для самоперевірки:

1. Класифікація ходового обладнання.
2. Область застосування гусеничного ходового обладнання.
3. Область використання пневмоколісного ходового обладнання.
4. Накресліть принципові схеми гусеничного ходового обладнання.
5. Типи машин, їх основні параметри і принцип вибору.
6. Системи обпирання гусеничного ходового обладнання, статично визначні та невизначені.
7. Зробіть висновок тягового розрахунку для гусеничного або пневмоколісного ходів.

2. Одноковшеві екскаватори

При розгляді цього розділу необхідно вивчити класифікацію машин, звернути увагу на особливості робочого процесу екскаваторів, їх використання в будівництві, усвідомити конструкцію цих машин і методику розрахунку основних механізмів і робочого обладнання.

Особливу увагу слід звернути на гідравлічні екскаватори, а також на різні види змінного робочого обладнання.

2.1. Конструктивні схеми, процеси робіт і умови застосування екскаваторів

Метою теми є вивчення видів, конструкцій і області застосування робочого обладнання одноківшових екскаваторів (пряма і зворотна лопата, драглайн, грейфер і кран), принципової конструкції екскаваторів з одномоторним приводом і гідравлічних екскаваторів. При розгляді робочого циклу слід усвідомити характерні траєкторії різання для різних видів робочого устаткування, залежність швидкості і кутів різання від траєкторії ковша.

Питання для самоперевірки:

1. Основні і додаткові види робочого обладнання.
2. Накресліть принципові конструктивні схеми одноківшевого екскаватора з канатним приводом і гідроприводом, опишіть його пристрій.
3. Накресліть принциповий пристрій основних видів робочого устаткування одноківшових екскаваторів з одномоторним приводом.
4. Накресліть принциповий пристрій основних видів робочого устаткування гідравлічних екскаваторів.
5. Накресліть схеми запасування канатів робочого обладнання (пряма і зворотна лопата, драглайн, грейфер і кран).

2.2. Пристрій і дію передавальних механізмів

Розглядаючи цю тему, необхідно усвідомити вимоги до передавальних механізмів, кінематическим і гідравлічним схемам одноківшових екскаваторів; вивчити будову та принцип роботи механізмів підйому ковша і напору, стрелопод'ємних механізмів, механізмів повороту, реверсу і ходу, основних агрегатів і елементів гідроприводу, використовуваних на одноківшових екскаваторах.

Питання для самоперевірки:

1. Принцип пристрою і дії кінематичної схеми одноківшового екскаватора з одномоторним приводом.
 2. Принцип пристрою і дії кінематичної схеми одноківшового екскаватора з багатомоторним приводом.
 3. Принцип пристрою і дії гідравлічної схеми одноківшового екскаватора.
 4. Накресліть принципову схему незалежного напірного механізму.
 5. Накресліть принципову схему залежного напірного механізму.
- 2.3. Основні елементи конструкції робочого обладнання екскаваторів

Метою теми є вивчення конструкції елементів робочого устаткування (стріли, рукояті, ковша одноківшових екскаваторів з канатно-блоковим і гідравлічним приводом), їх основного призначення, різновидів, особливостей конструкції, а також конструкцій поворотних платформ, опорно-поворотних пристроїв, двоногих і передніх стійок.

Питання для самоперевірки:

1. Накресліть конструктивну схему стріли прямий лопати екскаватора і вкажіть різновиди стріл.
2. Накресліть конструктивну схему стріли зворотної лопати екскаватора і перерахуйте різновиди стріл.
3. Накресліть конструктивну схему рукоятей прямої і зворотної лопат і назвіть їх різновиди.
4. Накресліть конструктивну схему стріли драглайна.
5. Накресліть конструктивну схему ковша екскаватора і опишіть різновиди ковшів.
6. Накресліть принципові схеми опорно-поворотних пристроїв.

2.4. Загальний розрахунок

Розглядаючи цю тему, необхідно усвідомити методики визначення основних параметрів одноківшових екскаваторів і розрахунку робочого навантаження (дотичній і нормальній складових опору копання); методики визначення підйомного і напірного зусиль для робочого обладнання пряма лопата, тягового та підйомного зусиль робочого обладнання зворотна лопата і драглайн; розрахунку гідравлічних екскаваторів, поворотного механізму для різних видів робочого устаткування, ходового механізму і визначення потужності приводу головних механізмів екскаватора. У цьому розділі повинні бути вивчені основні положення статичного розрахунку екскаваторів: урівноваження поворотною платформи, перевірка стійкості екскаваторів при різних видах робочого обладнання, розрахунок і вибір типу опорно-поворотного пристрою. На закінчення слід розібратись у методі визначення

навантажень на елементи робочого обладнання та характерні металоконструкції екскаваторів.

Питання для самоперевірки:

1. Наведіть основні залежності для визначення головних параметрів одноківшових екскаваторів.
2. Виведіть формули для визначення дотичній і нормальній складових опору ґрунту копання для ковшів різної конструкції.
3. Виведіть формулу для визначення потужності приводу механізму підйому прямий лопати.
4. Виведіть формулу для визначення потужності приводу напірного зусилля прямий лопати.
5. Виведіть формулу для визначення потужності приводу механізму підйому зворотної лопати.
6. Виведіть формулу для визначення потужності приводу тягового механізму драглайна.
7. Виведіть залежність для визначення дотичній складової опору ґрунту копання для гідравлічного екскаватора.
8. Виведіть формулу для визначення потужності повороту одноківшового екскаватора.
9. Виведіть залежність для визначення зусилля на штоку циліндра повороту рукояті з ковшем гідравлічного екскаватора.
10. Виконайте перевірку стійкості екскаватора для різних видів робочого устаткування.
11. Виберіть масу противаги екскаватора.
12. Розрахуйте і виберіть опорно-поворотний пристрій екскаватора.
13. Визначте навантаження: а) на ківш; б) на рукоять; в) на стрілу прямий лопати.

3. Багатоковшеві екскаватори

При розгляді цього розділу необхідно вивчити класифікацію, особливості робочого процесу і область застосування багатоковшевих екскаваторів в будівництві; розробити методики визначення основних параметрів різних типів багатоковшевих екскаваторів.

3.1. Багатоковшеві ланцюгові траншеєкопачі

У цій темі розглядають призначення, класифікацію та вимоги до ланцюговим траншейним екскаваторів, їх конструкцію і кінематичні схеми механізмів.

При вивченні розрахункової частини слід усвідомити розрахунок продуктивності, складу і послідовність загального розрахунку (визначення робочих швидкостей, основних розмірів і маси машини, потужності приводу машини, а також особливості статичного розрахунку).

Питання для самоперевірки:

1. Накресліть принципову конструктивну схему і опишіть пристрій ланцюгового траншейного екскаватора.
2. Виведіть формулу для визначення потужності приводу екскаватора.

3. Виведіть формулу для визначення продуктивності екскаватора.
4. Виведіть формулу для визначення робочих швидкостей робочого органу і самої машини.
5. Наведіть залежність для визначення загальних розмірів і маси машини.

3.2. Багатоковшеві роторні траншейкопачі

Метою теми є вивчення призначення, класифікації, конструкції і кінематичних схем багатоковшевих траншейних роторних екскаваторів. Крім того, необхідно усвідомити методики визначення продуктивності і потужності приводу основних механізмів екскаватора, а також загального розрахунку та особливості статичного розрахунку.

Питання для самоперевірки:

1. Накресліть принципову конструктивну схему і опишіть пристрій роторного траншейного екскаватора.
2. Виведіть формулу для визначення продуктивності екскаватора.
3. Виведіть формулу для визначення потужності приводу екскаватора.
4. Виведіть формулу для визначення швидкостей робочого органу і самої машини.

3.3. Роторні екскаватори

Розглядаючи цю тему, необхідно вивчити призначення, класифікацію, конструкцію, кінематичні і гідравлічні схеми роторних екскаваторів; усвідомити технологічні особливості і відмінність робочого процесу роторних екскаваторів від робочого процесу ланцюгових траншейних екскаваторів; розібрати методики розрахунку продуктивності, потужності приводу і загального розрахунку (визначення робочих швидкостей, основних розмірів і маси машини, а також особливості статичного розрахунку).

Питання для самоперевірки:

1. Накресліть принципову конструктивну схему і опишіть пристрій роторного екскаватора.
2. Виведіть формулу для розрахунку продуктивності екскаватора.
3. Виведіть формулу для визначення потужності приводу роторного екскаватора.
4. Наведіть формули для визначення швидкостей робочого органу, основних розмірів і маси машини.

4. Машини для підготовчих робіт

При вивченні цього розділу слід розглянути класифікації розпушувачів, корчевателів, каналокопателів, кушорів і кабелеукладачів, їх конструкції, особливості робочого процесу і основні розрахунки.

4.1. Розпушувачі

При розгляді теми слід вивчити особливості робочого процесу, класифікацію і конструкцію розпушувачів, порядок визначення основних параметрів і опорів, що виникають при роботі. Необхідно навчитися визначати

сили, що діють на елементи робочого обладнання розпушувача; виконувати тяговий розрахунок, розрахунок основних елементів робочого устаткування для різних розрахункових положень; визначати продуктивність і робити вибір оптимальних режимів роботи.

Питання для самоперевірки:

1. Класифікація розпушувачів та область їх застосування.
2. Визначте основні параметри розпушувача.
3. Виконайте тяговий розрахунок розпушувача.
4. Визначте сили, що діють на елементи робочого обладнання розпушувача.
5. Розрахуйте продуктивність і виберіть оптимальний режим роботи розпушувача.

4.2. Кущорізи та корчевники

При вивченні теми слід розглянути особливості робочого процесу, класифікацію і конструкцію кусторезов і корчевателів, порядок визначення основних навантажень і опорів, що виникають при роботі; навчитися визначати сили, що діють на елементи робочого обладнання, виконувати тяговий розрахунок, розрахунок основних елементів робочого устаткування, а також визначати продуктивність і здійснювати вибір оптимальних режимів роботи.

Питання для самоперевірки:

1. Класифікація кусторезов і корчевателів.
2. Накресліть принципові схеми робочих органів кустореза і корчевателя, вкажіть принципова відмінність корчевателя від розпушувача.
3. Визначте основні параметри кустореза і корчевателя.
4. Виконайте тяговий розрахунок кустореза і корчевателя.
5. Визначте сили, що діють на елементи робочого обладнання кустореза і корчевателя.
6. Розрахуйте продуктивність кустореза і корчевателя.

4.3. Каналокопатели і кабелеукладачки

Розглядаючи цю тему, слід вивчити класифікацію каналокопатели і кабелеукладачів, особливості їх робочого процесу і принципові конструктивні схеми; усвідомити особливості тягового розрахунку, визначення навантажень на елементи робочих органів і продуктивності.

Питання для самоперевірки:

1. Класифікація каналокопатели і кабелеукладачів.
2. Накресліть принципову схему робочого органу каналокопатели і кабелеукладача.
3. Особливості тягового розрахунку каналокопатели і кабелеукладача.
4. Визначте сили, що діють на елементи робочого обладнання каналокопатели і кабелеукладача.
5. Наведіть розрахунок продуктивності каналокопатели і кабелеукладача.
5. Землерійно-транспортні машини

При розгляді цього розділу необхідно вивчити призначення і класифікацію землерийно-транспортних машин, особливу увагу слід звернути на особливості робочого процесу цієї групи машин і їх використання на різних видах будівництва.

Слід навчитися визначати і аналізувати режим роботи, сили опору, тяговий і потужності баланси землерийно-транспортних машин, а також будувати тягові, швидкісні і динамічні характеристики і з їх допомогою виробляти вибір і оцінку силових установок, трансмісій і рушіїв.

5.1. Бульдозери

У цій темі необхідно вивчити класифікацію, особливості робочого процесу і пристрій бульдозерів з канатно-блоковим і гідравлічним управлінням на базі гусеничних і пневмоколісних тягачів; порядок визначення опорів, що виникають при роботі, вибір основних параметрів робочого обладнання, тяговий розрахунок; усвідомити динаміку копання ґрунту і оцінку тягових якостей бульдозерів, визначити навантаження на елементи робочого обладнання, принципи проектування робочого обладнання та системи управління відвалом.

На закінчення слід навчитися визначати продуктивність і вибирати оптимальні режими роботи бульдозерів.

Питання для самоперевірки:

1. Область застосування бульдозерів і їх класифікація.
2. Накресліть принципові конструкторські схеми бульдозерів з гідравлічним і канатно-блоковим керуванням.
3. Накресліть гідравлічну схему бульдозера.
4. Наведіть формули для визначення основних параметрів відвалу бульдозера.
5. Виконайте тяговий розрахунок бульдозера.
6. Визначте навантаження на елементи робочого обладнання та системи управління для різних розрахункових положень.
7. Розрахуйте продуктивність бульдозера і виберіть оптимальний режим його роботи.

5.2. Скрепери

У цій темі необхідно вивчити класифікацію, особливості робочого процесу і пристрій причіпних, напівпричіпного і самохідних скреперів з канатно-блоковим і гідравлічним управлінням; розглянути порядок визначення основних параметрів ковшів скреперів, опорів, що виникають при копанні ґрунту; тяговий розрахунок, динаміку копання ґрунту скрепером і оцінку тягових якостей скреперів; визначити навантаження на елементи робочого обладнання та системи управління. На закінчення слід навчитися визначати продуктивність скрепера і вибирати оптимальний режим його роботи.

Питання для самоперевірки:

1. Область застосування скреперів і їх класифікація.

2. Накресліть принципову конструктивну схему причіпного скрепера з канатно-блоковим керуванням.
3. Накресліть принципову конструктивну схему напівпричіпного скрепера з гідравлічним управлінням.
4. Накресліть гідравлічну схему скрепера.
5. Наведіть емпіричні формули для визначення основних параметрів ковша скрепера.
6. Проведіть тяговий розрахунок скрепера.
7. Визначте навантаження на елементи робочого обладнання та системи управління причіпного і напівпричіпного скреперів.
8. Розрахуйте продуктивність скрепера і виберіть оптимальний режим його роботи.

5.3. Автогрейдер

Розглядаючи цю тему, необхідно вивчити класифікацію, особливості робочого процесу і пристрій автогрейдерів з редукторномеханічним і гідравлічним управлінням; навчитися визначати основні параметри машини і робочого обладнання; виконувати тяговий розрахунок автогрейдерів з механічною і гідромеханічною трансмісією, оптимальну розважування по мостам; розраховувати навантаження на елементи робочого обладнання, основний і тягової рам, а також здійснювати оцінку тягових якостей автогрейдерів, розрахунок трансмісії, ведучих мостів, ходового обладнання і елементів робочого устаткування. Крім того, необхідно вміти визначати продуктивність автогрейдерів і вибирати оптимальні режими їх роботи.

Питання для самоперевірки:

1. Область застосування автогрейдерів і їх класифікація.
2. Накресліть принципову конструктивну схему автогрейдера з гідравлічним управлінням і опишіть його пристрій.
3. Накресліть гідравлічну схему автогрейдера і опишіть його пристрій.
4. Проведіть тяговий розрахунок автогрейдера.
5. Визначте навантаження, що діють на елементи робочого обладнання та системи управління.
6. Розрахуйте продуктивність автогрейдера і виберіть оптимальний режим його роботи.

5.4. Грейдери-елеватори

При розгляді цієї теми необхідно вивчити класифікацію, особливості робочого процесу і пристрій грейдерів-елеваторів з редукторно-механічним і гідравлічним приводом; усвідомити порядок визначення основних параметрів машини і робочих органів, опорів, що виникають при копанні ґрунту; порядок виконання тягового розрахунку, визначення навантажень на елементи робочого обладнання і машини в цілому; навчитися визначати продуктивність грейдерів-елеваторів і вибирати оптимальні режими роботи.

Питання для самоперевірки:

1. Область застосування грейдерів-елеваторів і їх класифікація.

2. Накресліть принципову конструктивну схему грейдера-елеватора і опишіть його пристрій.

3. Проведіть тяговий розрахунок грейдера-елеватора.

4. Визначте навантаження, що діють на елементи робочого обладнання та системи управління.

5. Розрахуйте продуктивність грейдера-елеватора і виберіть оптимальний режим його роботи.

6. Машини та обладнання для ущільнення ґрунтів і спеціальних земляних робіт

У цьому розділі необхідно вивчити класифікацію, особливості робочого процесу, конструкцію машин для ущільнення, бурових машин, одноківшових будівельних навантажувачів, машин для розробки мерзлих ґрунтів і особливості розрахунку основних показників.

6.1. Машини та устаткування для ущільнення ґрунтів

Розглядаючи цю тему, слід вивчити основні положення теорії ущільнення ґрунтів, класифікацію, особливості робочого процесу ущільнюючих машин статичного, трамбуєчих і вібраційного дії.

При вивченні машин статичного дії слід встановити раціональну область застосування кулачкових, ґратчастих та пневмоколісних катків; розібрати їх конструкцію і розглянути методики визначення основних параметрів, тягового розрахунку, обчислення продуктивності і загального розрахунку ковзанок.

Розглядаючи трамбуєчі машини, слід вивчити їх конструкцію і методику визначення основних параметрів.

При вивченні вібраційних машин необхідно розглянути існуючі конструктивні схеми і усвідомити порядок основних розрахунків машин.

На закінчення слід звернути увагу на перспективи розвитку ущільнюючих машин, методику техніко-економічного вибору і аналізу машин для ущільнення ґрунтів різних типів і обсягів.

Питання для самоперевірки:

1. Назвіть області застосування машин для ущільнення ґрунтів статичного, трамбуєчих і вібраційного дії.

2.

3. Поясніть фізичну сутність понять «ступінь ущільнення», «оптимальна вологість ґрунту», «оборотні і необоротні реакції ґрунту», «контактні напруження на поверхні ґрунту», «межа міцності ґрунту».

4. Наведіть емпіричні залежності для визначення основних параметрів кулачкових, ґратчастих та пневмоколісних катків.

5. Проведіть тяговий розрахунок катка статичного дії.

6. Наведіть емпіричні залежності для визначення основних параметрів трамбуєчих і вібраційних машин.

7. Рассчитайте продуктивність машин статичного, трамбуєчих і вібраційного дії.

6.2. Бурові машини

Розглядаючи цю тему, необхідно вивчити сутність різних способів буріння: ударного, обертального, ударно-обертального, термодинамічної, гідравлічного і електрофізичних (ультразвукового, електроімпульсного, високочастотного); особливості взаємодії робочих органів різних бурових машин з ґрунтом і скельними породами. Крім того, слід вивчити конструкцію різних бурових машин і установок, принцип їх роботи, порядок визначення основних параметрів, продуктивності і загальний розрахунок.

Питання для самоперевірки:

1. Класифікація бурових машин і область їх застосування.
2. Сутність ударного, обертального, ударно-обертального, термодинамічної, гідравлічного і електрофізичних способів буріння.
3. Накресліть принципову схему верстата ударно-канатного буріння і опишіть його пристрій.
4. Накресліть принципову схему верстата обертального буріння і опишіть його пристрій.
5. Накресліть принципову схему установки термодинамічної буріння і опишіть її пристрій.
6. Виконайте розрахунок потужності верстата ударно-канатного і обертального буріння.
7. Розрахуйте продуктивність верстата ударно-канатного і обертального буріння.

6.3. Одноковшові навантажувачі для ґрунту

По цій темі слід вивчити класифікацію, особливості робочого процесу, конструктивні, кінематичні і гідравлічні схеми одноківшових фронтальних і полуповоротних навантажувачів; навчитися визначати навантаження, що діють на елементи робочого обладнання, виконувати тяговий розрахунок, розраховувати продуктивність і вибирати оптимальні режими роботи.

Питання для самоперевірки:

1. Класифікація навантажувачів і область їх застосування.
2. Накресліть принципову конструктивну схему одноківшового фронтального навантажувача і опишіть його пристрій.
3. Накресліть принципову конструктивну схему одноківшового полуповоротного навантажувача і опишіть його пристрій.
4. Визначте навантаження, що діють на елементи робочого обладнання навантажувача.
5. Проведіть тяговий розрахунок навантажувача.
6. Розрахуйте продуктивність навантажувача.

6.4. Машини для розробки мерзлих ґрунтів

Мета теми - вивчення класифікації машин для розробки мерзлих ґрунтів, особливостей робочого процесу, конструктивних схем клин-молотів, барових і діскофрезерних машин, спеціальних багатоковшових екскаваторів, навісного робочого обладнання активної дії і області застосування різних машин і

робочих органів. Крім того, слід усвідомити методики визначення навантажень на робочі органи, розрахунку продуктивності машин і визначення потужності приводу, а також вивчити стандарти і технічні вимоги на машини для районів з холодним кліматом.

Питання для самоперевірки:

1. Класифікація машин для розробки мерзлих ґрунтів.
2. Накресліть принципову конструктивну схему клин-молота.
3. Накресліть принципову конструктивну схему барової машини і опишіть її пристрій.
4. Накресліть принципову конструктивну схему дискофрезерної машини і опишіть її пристрій.
5. Накресліть принципову схему ковша екскаватора активної дії.
6. Визначте потужність приводу однієї з машин для розробки мерзлих ґрунтів.
7. Визначте продуктивність будь-якої машини для розробки мерзлих ґрунтів.

7. Машини та обладнання для гідромеханізації земляних робіт

Метою теми є вивчення гідромеханізації земляних робіт, її ефективності і області раціонального застосування в будівництві, загальних схем гідромоніторної і земснарядної розробки ґрунту.

При розгляді теми необхідно вивчити класифікацію машин і обладнання для гідромеханізації, конструкції гідромоніторів, землесосів, земснарядів, пульповодів; усвідомити методики визначення основних показників машин і обладнання для гідромеханізації, їх продуктивності і потужності приводу, а також розрахунку основних елементів.

Питання для самоперевірки:

1. Класифікація машин і обладнання для гідромеханізації земляних робіт.
2. Накресліть принципові конструктивні схеми:
 - а) гідромонітора;
 - б) землесоса;
 - в) земснаряда.
3. Наведіть методику визначення основних показників:
 - а) гідромонітора;
 - б) землесоса;
 - в) земснаряда;
 - г) пульповоди.
4. Визначте продуктивність і потужність приводу:
 - а) гідромонітора;
 - б) землесоса;
 - в) земснаряда.

3. Методичні рекомендації щодо виконання курсового проекту

3.1 Організація роботи над проектом

Роботу над проектом слід почати з вивчення рекомендованої літератури та ГОСТів по даному виду машин; потім - ознайомитися з конструкціями аналогічних машин, тенденцією їх розвитку та областю їх застосування, а головне, - обґрунтувати й уточнити задані параметри і вибрати відсутні відповідно до державних стандартів і типажем. При цьому виявляються техніко-експлуатаційні вимоги до машини.

При обґрунтуванні видів машин, типу їх приводу, системи управління і т. П. Необхідно відобразити наступні питання:

- виробничі - підвищення продуктивності, вимоги до продукції, забезпечення якості, зниження відходів та ін .;
- технологічні, пов'язані з виготовленням і експлуатацією машини, уніфікацією деталей і вузлів, їх агрегуванням, ремонтпридатністю;
- можливість автоматизації робочих процесів, включаючи автоматичне завантаження або розвантаження машини, автоматичне регулювання при наявності зворотного зв'язку;
- соціальні - полегшення праці, зниження рівня шуму, вібрації і т. П .;
- екологічні - виняток забруднення повітря, води і ґрунту шкідливими газами і випарами, рідинами і пилоподібними частинками, відходами виробництва та ін.

Аналіз конструкцій машин і їх робочих процесів дозволяє краще зрозуміти їх фізичну сутність і знайти відповідне технічне рішення. На цій основі виконують ескізний опрацювання машини і її основних вузлів і узгодять її з керівником. Далі виконують комплекс необхідних розрахунків і креслень. Завершують роботу техніко-економічним обґрунтуванням, оформленням креслень і пояснювальної записки. Рекомендуемое содержание курсового проекта

3.2. Розрахунково-пояснювальна записка включає такі розділи:

- 1) завдання на проектування;
- 2) стан питання з виробництва машин проектного типу (Екскаватора, навантажувача, бульдозера, скрепера, автогрейдера), обсяг 2-3 с .;
- 3) обґрунтування техніко-експлуатаційних вимог до проектного машини - 2-3 с .;
- 4) вибір і обґрунтування типу робочого устаткування, ходу, приводу і системи управління - 2-3 с .;
- 5) опис схем приводу робочого устаткування (відкидається і приймається) і їх роботи - 2-3 с .;
- 6) опис пристрою, принципу дії машини і технології виконання робіт - 2-3 с .;

- 7) визначення параметрів робочого обладнання і потужності двигуна - 3-4 с .;
- 8) вибір базової машини - 2-3 с .;
- 9) статичний розрахунок - 3-5 с .;
- 10) розрахунок опорів при роботі машини - 3-4 с .;
- 11) визначення навантажень на робоче обладнання - 3-4 с .;
- 12) прочностной розрахунок деталі - 4-5 с .;
- 13) розрахунок приводу робочого устаткування - 3-4 с .;
- 14) техніко-економічний розрахунок - 2 с .;
- 15) автоматизація робочого процесу - 2 с .;
- 16) техніка безпеки при експлуатації машин - 1-2 с .;
- 17) висновок - 1 с .;
- 18) список літератури - 1 с .;

3.3. Графічна частина містить:

- 1) загальний вигляд машини - 1 лист;
- 2) варіанти кінематичних (гідравлічних) схем - 1-2 листи;
- 3) складальне креслення одного з елементів робочого устаткування - 1 лист.

3.4. Розробка пояснювальної записки

Всі розділи пояснювальної записки повинні бути пов'язані між собою, кожен розділ слід закінчувати висновками.

Після вивчення рекомендованої літератури слід дати короткий огляд стану виробництва машин проектного типу і розробити техніко-експлуатаційні вимоги, керуючись основними положеннями, викладеними в підручниках [4, 7, 10] і відповідних ГОСТах [26-32]. Вимоги повинні носити конкретний характер. Наприклад, вимоги проходимості: здолати ухил - 30° , дорожній просвіт - 35 см, питомий тиск гусеничного ходу - $0,5 \text{ кг / см}^2$, радіус повороту - 10 м і т. Д.

На підставі завдання обґрунтовують вибір типу робочого устаткування (пряма лопата, поворотний відвал), типу ходу (по транспортній швидкості), приводу і системи управління.

Вибір варіантів схем приводу (не менше двох - відкидає і приймається) здійснюють на основі аналізу та оцінки найбільш сучасних зразків машин аналогічного типорозміру. Роботу обох схем приводу описують докладно із зазначенням потоку потужності до кожного виконавчого механізму і напрямки переміщення робочих органів. У підручниках принципові схеми приводу часто зображені з помилками, а умовні позначення не відповідають ГОСТам. При роботі над проектом необхідно усунути наявні неточності та викреслити схеми відповідно до державних стандартів. Приймається варіант схеми повинен найбільш повно відповідати техніко-експлуатаційним вимогам, забезпечувати надійну роботу машини. Вибір варіанта схеми слід обґрунтувати шляхом порівняння параметрів показників проектного машини і аналогічних машин.

Опис пристрою починають з зображення загального вигляду машини, далі описують конструкцію робочого устаткування і розташування основних вузлів машини (двигуна, баків, насоса, розподільників, лебідок і т. Д.). У розділі «Принцип дії машини» описують способи заповнення робочого органу, переміщення машини і ґрунту в забої, розвантаження робочого органу; дають рекомендації з інтенсифікації робочих процесів (суміщення операцій, застосування раціональних прийомів і методів роботи та ін.). Необхідно викреслити не менше трьох технологічних схем виробництва робіт, охарактеризувати і вибрати найбільш раціональну для умов завдання.

Розрахункову частину проекту починають з визначення параметрів робочого обладнання виходячи з даних завдання.

Вибір базової машини (серійно випускається, що є прототипом проекрованої) виробляють на основі розрахованої потужності двигуна і розмірів робочого обладнання. Необхідно детально виписати основні довідкові дані про машину під заголовком «Технічні характеристики».

Статичний розрахунок включає визначення ваги противаги і розрахунок трьох видів стійкості: робочої, транспортної і власної для екскаватора. Для землерийно-транспортних машин слід знайти найбільший кут підйому машини в робочому і транспортному режимах, а також граничний поперечний ухил при роботі на косогорі. Для скреперів додатково визначають стійкість при повороті. Для кожного розрахункового випадку призводять розрахункову схему в певному масштабі з зазначенням сил і їх плечей.

Розрахунок опорів при роботі. Для землерийно-транспортних машин виконують тяговий розрахунок для глибини різання 5, 10 і 15 см на трьох ґрунтах: глині, суглинку і піску. За отриманими даними будують графіки залежності сил опору копання від товщини стружки для різних ґрунтів і залежності продуктивності від дальності переміщення ґрунту.

Для гідравлічних екскаваторів повинні бути визначені активні зусилля на зубах ковша при копанні поворотом рукояті і ковша, а також реактивні зусилля в циліндрах стріли і ковша при копанні поворотом рукояті і реактивні зусилля в циліндрах стріли і рукояті при копанні поворотом ковша. Будують графіки залежності розрахункового зусилля копання від кута повороту рукояті (ковша) і порівнюють їх з фактичними - опорами ґрунту копання.

Навантаження на робоче обладнання для землерийно-транспортних машин обчислюють для нормальних умов роботи в ґрунті певної категорії, визначаючи зусилля, діючі на робочий орган в різних режимах роботи [2, 8, 10, 19], зусилля заглиблення і підйому робочого органу, критичні зусилля заглиблення і підйому. Для скреперів додатково слід знайти зусилля відкривання заслінки і розвантаження.

Для екскаваторів і навантажувачів все навантаження розраховують в попередньому розділі записки.

Прочносний розрахунок деталі, зазначеної в завданні, починають з вибору розрахункових положень [1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 16, 17, 18, 22, 23, 24], їх зображення та докладного опису. Далі викреслюють розрахункові схеми, які

повністю відповідають конструкції машини і обраним розрахунковим положенням, визначають навантаження на робоче обладнання і реакції в шарнірах і опорах, будують епюри зусиль і моментів і знаходять небезпечне перетин. Обраний перетин викреслюють в масштабі з проставленням усіх розмірів, визначають напруги в його елементах і порівнюють з допустимими. Для точного визначення найбільш навантаженою точки перетину необхідно побудувати епюри напруг в даному перетині.

Розрахунок приводу робочого устаткування включає визначення параметрів приводу головного робочого руху машини [7, 12]. Для екскаваторів - це рух копання: поворот рукояті прямий і зворотної лопати; переміщення ковша драглайна. Для навантажувачів - це підйом стріли при відриві ковша з ґрунтом від масиву ґрунту. Для бульдозерів і автогрейдерів - це підйом і опускання відвалу; для скреперів - підйом ковша або висування задньої стінки при примусовій розвантаженні.

Для машин з гідравлічним приводом по знайденим раніше зусиллям і відомому робочому тиску визначають діаметр циліндра і округлюють до найближчого більшого по нормальному ряду. Далі вибирають швидкість переміщення штока і визначають необхідний витрата робочої рідини (продуктивність насоса). За відомим тиску і продуктивності підбирають насос і розподільник.

Надалі вибирають діаметр трубопроводів і розраховують на міцність товщину їх стінок, визначають площу фільтрів. В кінці розрахунку визначають втрати тиску в гідросистемі (місцеві і по довжині).

Для машин з механічним приводом розраховують канати, розміри барабанів, товщину їх стінок; визначають передавальні відносини від двигуна до барабана. Якщо для приводу барабана використовують гідромотор (електромотор), то слід його підібрати (із зазначенням марки) і розрахувати потужність.

У техніко-економічному розрахунку визначають вартість машино-зміни [18, 21] і питомі показники: вартість одиниці продукції, енергоємність, металоємність і ін.

У розділі «Автоматизація робочого процесу» призводять структурну схему автоматичного управління і детально описують принцип її дії [15, 25].

У ергономічній частині призводять компоновку кабіни з описом вимог до робочого місця машиніста.

У висновку необхідно вказати, що нового внесено в конструкцію машини розробником проекту і які переваги дає дане нововведення.

У розділі «Список літератури» призводять літературні джерела, використані в роботі над проектом, відповідно до ГОСТ 7.1-2003 (див. «Рекомендована література» в кінці методичних вказівок).

На останній сторінці пояснювальної записки слід поставити свій підпис.

3.5. Розробка графічної частини

Графічна частина повинна включати не менше трьох креслень:

1) кінематичні і гідравлічні схеми (прийняті і відкидаємо);

2) загальний вигляд машини з компонуванням основних вузлів і агрегатів;
3) робоче обладнання - один з елементів (рукоять, ківш, стріла, рама бульдозера, відвал, тягова рама автогрейдера, ківш скрепера, тягова рама скрепера), що розраховуються в проекті.

Кінематичні і гідравлічні схеми виконують в двох варіантах на аркуші формату А1 відповідно до вимог ЕСКД, ГОСТ:

2.770-68, 2.780-96, 2.782-96, 2.784-96, 2.701-84, 2.702-75, 2.703-68, 2.704-76.

Специфікацію на кінематичних схемах виконують окремо, на гідравлічних схемах її дозволяється робити над основним написом креслення.

Загальний вигляд машини повинен представляти компоновочне креслення, що виконується на аркуші формату А1, без вимальовування дрібних деталей, в двох проекціях. На загальному вигляді проставляють габарити і настановні розміри, що визначають взаємне розташування частин машини, і показують стан устаткування. На кресленні загального виду дають технічну характеристику. Тема «Технічна характеристика» підкреслюють, під ним пишуть найменування характеристик, пронумерованих арабськими цифрами. У характеристиках доцільно давати основні техніко-експлуатаційні показники без повторення габаритних чи інших розмірів і маси машини. Специфікацію для загального вигляду призводять на окремому аркуші.

Креслення деталі (складальне креслення) робочого обладнання виконують в можливо більшому масштабі на аркуші формату А1 як робочий конструктивний складальне креслення з усіма розрізами, докладним кресленням всіх деталей у вузлі по ГОСТам, з додатковими проекціями, перерізами, виносними елементами для виявлення форми, взаємного розташування частин, деталей і можливості вказівки позицій докладної специфікації.

Необхідно вказати всі шви зварних з'єднань відповідно до ГОСТ 2.312-72. Тип зварювання повинен відповідати сучасній технології.

Розміри - габаритні, між осями основних деталей і кріпильних з'єднань, місць посадки деталей на вали і осі проставляють із зазначенням позначення посадки по ГОСТам без числових значень допусків. Специфікацію (подетальної в повному обсязі) для всіх креслень складають за формою ГОСТ 2.108-68.

Написи на кресленнях оформляють відповідно до вимог ЕСКД (ГОСТ 2.104-68).

4. Приклади розрахунку

Проект одноківшового екскаватора

Вихідні дані на проектування залежать від теми завдання.

З основних видів змінного робочого обладнання одноківшових екскаваторів з гідравлічним приводом (зворотної і прямої лопати, грейфера, навантажувального ковша і т.д.) Найчастіше застосовують зворотну лопату.

Цей вид робочого обладнання характеризується великим числом суміщаються операцій в циклі і більш важким навантаженням приводу.

Для гідравлічного екскаватора робоче обладнання зворотної лопати слід вважати розрахунковим видом обладнання, визначальним місця кріплення всіх видів устаткування на поворотній платформі і потужність приводу виконавчих механізмів.

Нижче наведено приклад розрахунку одноківшевого гідравлічного екскаватора, обладнаного зворотною лопатою.

4.1. Визначення основних параметрів екскаваторів з гідравлічним приводом

При розрахунку робочого обладнання екскаваторів знаходять довжину стріли l_c і рукояті l_p , радіус ковша R , координати п'яти стріли x і y (рис. 1).

Розміри елементів робочого устаткування по довжині повинні відповідати заданим граничним робочим параметрам екскаватора - максимальній глибині копання H_k і максимальній висоті выгрузки H_b при опущеній рукояті. Между H_k и H_b существует зависимость

$$H_b = \sqrt{H_k b k_p}$$

де b – ширина ковша; k_p – коефіцієнт розпушення ґрунту.

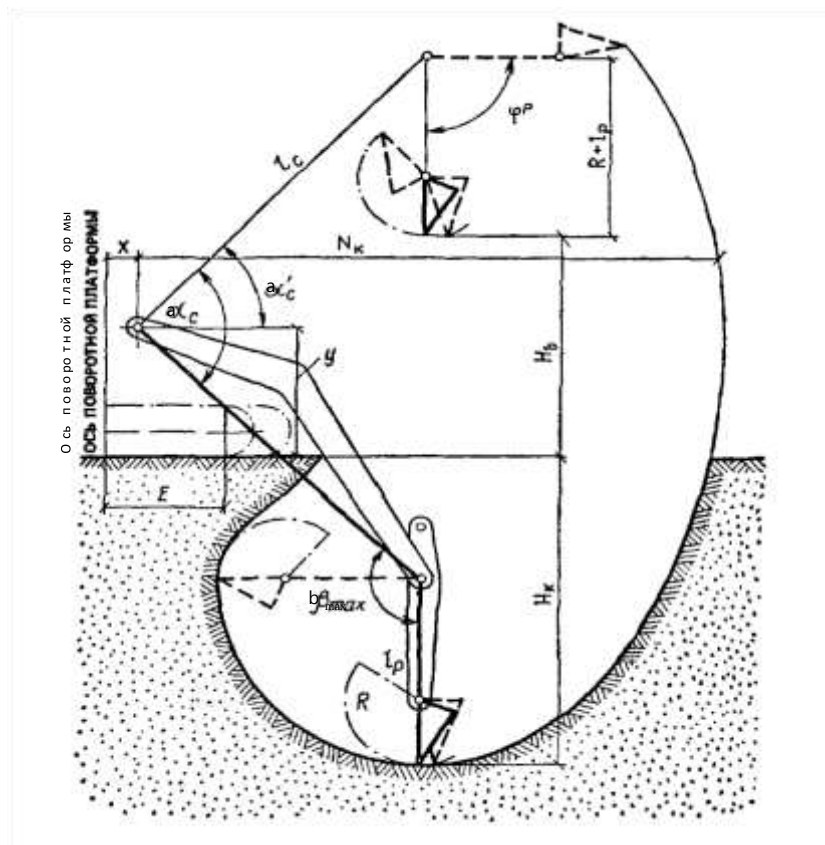


Рис. 1. Схема до визначення параметрів шарнірно-зчленованого обладнання зворотної лопати

Довжина стріли

$$l_c = \frac{H_k + H_b}{2 \sin \alpha_c / 2}$$

де a_c – кут повороту стріли.

Збільшення кута a_c дозволяє скоротити довжину стріли і зменшити масу робочого обладнання. Рекомендовані кути повороту стріли $a_c = 90...95$.

Відстань y від осі повороту стріли до рівня розташування машини при $a_c = 90$ и $a'_c \approx \frac{a_c}{2}$ отримаємо зі співвідношення $l_c = 0,71(H_K + H_B)$:

$$y = R + l_p - 0,71(H_K - H_B).$$

Для зменшення моментів інерції поворотної платформи і перекидаючого моменту, діючого на екскаватор при гальмуванні робочого обладнання, слід прагнути до зменшення радіусу копання R_K при незмінній глибині H_K . Це можливо при зміщенні осі кріплення стріли щодо осі поворотної платформи. При цьому крайню до екскаватора точку забою не можна розміщувати ближче осі передньої зірочки гусеничного ходу.

Відстань x знаходять за формулою

$$x = E + R + l_p - 0,71l_c,$$

де E – половина бази машини.

Максимальне зусилля копання поворотом ковша

$$P_{max} = \frac{A_q}{R}$$

де A – задана енергоємність процесу копання в розрахунковому ґрунті, віднесена до обсягу ковша; q – місткість ковша.

Радіус докладання зусиль на кромці ковша R знаходять із співвідношення, що зв'язує обсяг ковша q і його ширину b :

$$R \approx 1.5\sqrt{q}/b$$

$$\text{де } b = 1.7^3\sqrt{q} - 0.5$$

Для екскаваторів II...V розмірних груп результати розрахунків приведені в табл. 6., розмірних груп результати розрахунків наведені в табл. 6.

Повний кут повороту ковша щодо рукояті вибирають таким, щоб кут закидання ковша за вісь рукояті був 15 ... 20 і при повороті рукоятки на вивантаження з ковша не висипався ґрунт. Повний кут повороту ковша приймають в межах 140 ... 160. Можна вважати, що на ріжучу кромку ковша екскаватора з гідравлічним приводом при копанні поворотом рукояті діють ті ж опору, що і при роботі екскаваторів з канатним приводом.

Таблиця 6

Деякі параметри екскаваторів з гідравлічним приводом

Параметри	Розмірні групи			
	II	III	IV	V
Обсяг ковша, м ³	0,25	0,40	0,65	1
Робота на копання, кДж	70	112	182	280
Радіус ковша, м	0,95	1,1	1,3	1,5
Максимальне зусилля копання, кН	71	97	133	178
Максимальний момент при копанні, кНм	67	107	173	268

Шлях наповнення ковша зворотної лопати

$$L_k = 1.55 \sqrt[4]{m_э}$$

де $m_э$ – маса екскаватора, т.

Знаючи роботу, затрачену на копання A_k , можна записати середнє розрахункове значення зусилля копання в вигляді $P_{cp} = A_k / L_k$.

За розрахунковий приймають режим роботи в кінці копання, т.е. При збігу максимального моменту різання з найбільшим моментом від ваги робочого обладнання.

Довжину рукояті з ковшем L слід вважати рівною шляхи наповнення ковша L_k .

Момент на рукояті M_{pi} от від зусилля копання з урахуванням мас робочого обладнання і ґрунту знаходять за формулою

$$M_{pi} = P_{cp} \left(0.5 + \frac{\varphi_i}{\varphi_{max}} \right) (l_p + R) + \sum M_{\varphi i}$$

де l_p – довжина рукояті; M_{ji} – сума моментів від ваги робочого обладнання і ґрунту при заповненні ковша, пропорційна куту повороту рукояті j_i .

Так як $P_{cp} = A_k / L_k$ и $L_k = l_p + R$,

$$\text{то } M_{pi} = A_k \left(0.5 + \frac{\varphi_i}{\varphi_{max}} \right) + \sum M_{\varphi i}$$

Деякі параметри екскаваторів можна визначити за формулами, наведеними в дод. 14.

Розрахунок робочого обладнання

Таблиця 7

Вихідні дані для розрахунку екскаватора ЕО-3324¹

Категорії розроблюваних ґрунтів	I...III
Місткість ковша, м ³ , для ґрунтів: I–II категорії	0,5
III категорії	0,4
Тривалість циклу при копанні в відвал, с	16
Частота обертання поворотної платформи, 1/с	0,94 (9 об/хв)
Найбільша глибина копання, м	4,2
» Висота вивантаження, м	4,7
» Швидкість пересування, км/год	18
Найбільший здоланий ухил, рад	0,383 (22)
Номінальний робочий тиск в гідросистемі, МПа	16 (160 кг/см ²)

4.2 Визначення потужності двигуна та параметрів гідроустаткування

Потужність насосів по питомої енергоємності копання, N (Вт), визначаємо в залежності від коефіцієнта питомого опору копання k_{01} (Па) за формулою

$$N = \frac{k_{01} q_k k_H}{t_{\text{коп}} k_p \eta_{\text{коп}} \eta_{\text{пр}}}$$

де k_{01} – коефіцієнт питомої опору копання; k_p – коефіцієнт розпушення ґрунту, $k_p = 1,3$; k_H – коефіцієнт наповнення ковша, $k_H = 1,1$; $t_{\text{коп}}$ – час копання, $t_{\text{коп}} = 0,3 t_{\text{ц}} = 0,3 \cdot 16 = 5,0$ с; $\eta_{\text{коп}}$ – ККД системи повороту рукояті або ковша, $\eta_{\text{коп}} = 0,8$; $\eta_{\text{пр}}$ – ККД використання потужності приводу, $\eta_{\text{пр}} = 0,8$.

Підставивши ці дані, визначимо потужність, необхідну при копанні ґрунтів II категорії:

$$N^{\text{II}} = \frac{k_{01}^{\text{II}} q_k^{\text{II}} k_H}{t_{\text{коп}} k_p \eta_{\text{коп}} \eta_{\text{пр}}} = \frac{300000 * 0,5 * 1,1}{5,0 * 0,13 * 0,8 * 0,8} = 39700 \text{ Вт} \approx 40 \text{ кВт}$$

Потужність для ґрунтів III категорії складе

$$N^{\text{III}} = \frac{k_{01}^{\text{III}} q_k^{\text{III}} k_H}{t_{\text{коп}} k_p \eta_{\text{коп}} \eta_{\text{пр}}} = \frac{400000 * 0,4 * 1,1}{5,0 * 0,13 * 0,8 * 0,8} = 42300 \text{ Вт} = 42,3 \text{ кВт}$$

Потужність приводу насоса знайдемо за формулою

$$N_{\text{пр}} = N^{\text{III}} / \eta_H = 42,3 / 0,9 = 47 \text{ кВт},$$

де $\eta_H = 0,9$ – ККД насоса.

Виходячи з необхідної потужності вибираємо дизельний двигун марки СМД-14 потужністю 55 кВт при частоті обертання 1700 об/хв.

У подальших розрахунках перевіримо достатність встановленої потужності для суміщення операцій, забезпечення необхідної динаміки повороту і необхідних якостей. Робочий об'єм гідроциліндра повороту рукояті визначимо виходячи з рівності робіт гідроциліндра і ковша за формулою [7]

$$q_{\text{ц}} = F_{\text{ц}} L_{\text{ц}} = \left(\frac{\pi D_{\text{ц}}^2}{4} \right) = \frac{k_{01} q_k k_H}{t_{\text{коп}} k_p \eta_{\text{коп}} \eta_{\text{пр}}} = \frac{300000 * 0,5 * 1,1}{16 * 10^6 * 1,3 * 0,8 * 0,8} = 1,75 * 10^{-2} \text{ м}^3$$

Прийнявши за ОСТ 22-1417-79 хід поршня $L_{\text{ц}} = 1,25$ м, визначимо діаметр гідроциліндра

$$D_{12} = 2 \sqrt{q_{\text{ц}} / (\pi L_{\text{ц}})} = 2 \sqrt{1,75 * 10^{-2} / (\pi * 1,25)} = 0,133 \text{ м}$$

Приймаємо за ОСТ 22-1417-79 найближчий більший діаметр циліндра $D_{\text{ц}} = 0,14 \text{ м} = 140 \text{ мм}$.

Далі визначимо необхідну подачу насоса для забезпечення потрібного часу копання:

$$Q = q_{ц} / t_{коп} = 1,75 \cdot 10^{-2} / 50 = 0,35 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3/\text{с} = 210 \text{ л/хв.}$$

Щоб забезпечити можливість суміщення операцій, слід застосовувати на екскаваторі два або три робочих насоса або один здвоєний насос з двома незалежними потоками робочої рідини.

Приймаємо по переданій потужності і подачі здвоєний регульований аксіально-поршневий насос марки 223.25 виконання І. Характеристики насоса наступні: максимальний робочий об'єм – $2 \cdot 107 \text{ см}^3$; тиск номінальний – 16 МПа; максимальний – 25 МПа; діапазон регулювання – 2,4; частота обертання – 1700 об/хв.

Характеристика регулювання подачі насоса в залежності від тиску наведена на рис. 2. За подання насоса і робочому тиску вибираємо розподільники, клапани, фільтри та інші елементи гідروобладнання.

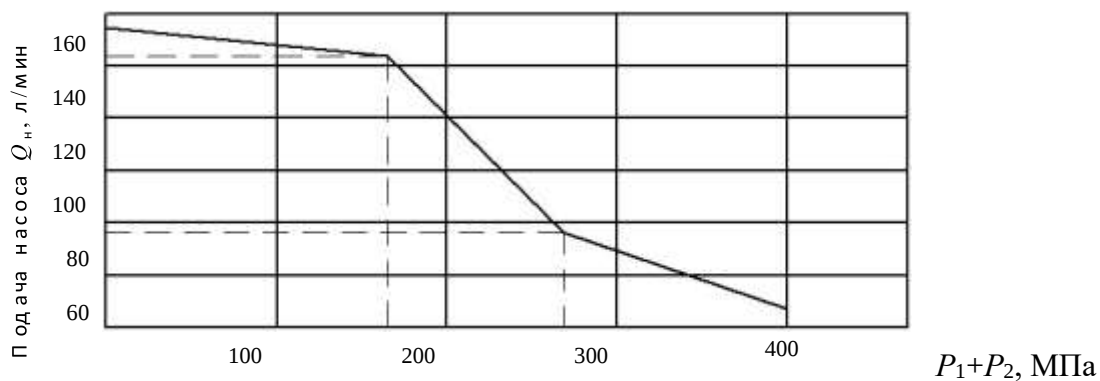


Рис. 2. Характеристика регулювання подачі насосів 223.25

4.3 Розрахунок навантажень на робоче обладнання

До виконання розрахунків робочого обладнання виробляють його конструктивну опрацювання, при якій визначають потрібні розміри для забезпечення заданих параметрів. На підставі отриманих даних виконують ескізний компоновання екскаватора, визначають положення всіх основних складальних одиниць, встановлюють їх масу, координати центрів ваги і статичні моменти щодо головних осей. Для зручності використання отримані результати зводять в таблиці.

При розрахунку даних, наведених в табл. 8, прийнято таке положення головних осей: вісь x проходить на рівні опорної поверхні і спрямована в бік переднього моста; вісь z спрямована вгору по осі обертання поворотної платформи, вісь y спрямована вліво. Координати центрів тяжіння складальних одиниць робочого устаткування вказані в таблиці стосовно до положення, показаному на рис. 6.

Вага екскаватора $G_s = 125 \text{ кН}$.

Основними завданнями розрахунку робочого обладнання є: визначення зусиль копання на ріжучої кромці (зубах) ковша, а також навантажень на робоче обладнання, поворотну платформу, ходове обладнання і ін.

Необхідна дотичне зусилля на ріжучої кромці ковша визначимо за формулою

$$P_k = k_{01}bh = k_{01}F$$

Виходячи з рівності обсягу ковша і знімаємої стружки $q_k k_n = l_{\text{коп}} F k_p$, звідки

$$F = q_k k_n / (l_{\text{коп}} k_p)$$

Таблиця 8 Ваги, координати центрів ваги і статичні моменти основних складальних одиниць екскаватора

Найменування складальних одиниць	Вага G, кН	Координати центра ваги, м			Статичні моменти, кНм		
		X	Y	Z	M _x	M _y	M _z
Поворотна платформа з механізмами	51,7	-1,194	-0,038	1,58	61,79	-19,4	81,7
Ходове обладнання	47,55	0,555	0	0,615	26,4	0	29,28
Стріла з гідроциліндрами стріли і рукояті	16,25	2,1	0	3,7	34,12	0	61,15
Рукоять з гідроциліндром	4,62	5,5	0	4,3	25,4	0	19,87
Ківш	5,2	6,4	0	2,7	33,28	0	14,04
Грунт в ковші	7,6	6,4	0	2,7	48,64	0	20,52

4.4 Копання поворотом рукояті

Гідравлічними одноковшовими екскаваторами, обладнаними зворотною лопатою, грунт копають двома способами: поворотом рукояті (при нерухомій стрілі) або поворотом ковша (при нерухомих стрілі та руків'я).

Шлях копання $l_{\text{коп}}$ визначимо за формулою

$$l_{\text{коп}} = 2\pi l_k^B b_p / 360.$$

Відповідно до розрахункової схеми (рис. 3) кут повороту рукояті $b_p = 120^\circ$, $l_k^B = 2,9\text{ м}$. Звідси

$$l_{\text{коп}} = 2\pi * 2,9 * \frac{120}{360} = 6,1\text{ м}$$

Для ґрунтів II категорії при $q_k = 0,5\text{ м}^3$, $k_n = 1,1$, $k_p = 1,3$ отримаємо

$$F^{\text{II}} = \frac{0,5 * 1,1}{6,1 * 1,3} = 0,0695\text{ м}^2 = 6,95 * 10^{-2}\text{ м}^2$$

Для ґрунтів ІІІ категорії

$$F^{III} = \frac{0.4 * 1.1}{6.1 * 1.3} = 0.0555 \text{ м}^2 = 5,55 * 10^{-2} \text{ м}^2$$

Необхідна дотичне зусилля на ріжучої кромці ковша для ґрунтів ІІ категорії буде

$$P_K^{II} = 3 * 10^5 * 6,95 * 10^{-2} = 20850 \text{ Н} = 20,85 \text{ кН};$$

для ґрунтів ІІІ категорії

$$P_K^{III} = 4 * 10^5 * 5,55 * 10^{-2} = 22200 \text{ Н} = 22,2 \text{ кН}.$$

Визначимо можливих зусиль на ріжучої кромці ковша при копанні поворотом рукояті. При розрахунку приймаємо, що гідроциліндр рукояті розвиває постійне робоче зусилля в залежності від номінального робочого тиску:

$$P_{ц,р} = p_{раб} F_{ц,р} = 16 * 10^6 * \pi * 0,14^2 / 4 = 24,6 * 10^6 \text{ Н} = 24,6 \text{ кН}.$$

Із суми моментів щодо точки У на рис. 3 знайдемо дотичне зусилля на ріжучої кромці ковша по зусиллю циліндра рукояті:

$$P_K = (1/l_K^B) [P_{ц,р} l_{ц,р} - (G_p l_p + G_{к+г} l_{к+г})$$

Плечі сил визначаємо графічно по рис. 3.

Результати розрахунку наведені в табл. 9, а графік залежності

$P_K = f(l_{коп})$ – на рис. 4.

Таблиця 9

Результати розрахунку зусиль на ріжучої кромці ковша при копанні поворотом рукояті

Параметри	Позначення	Розмірність	Показники для точок траєкторії ковша						
			$1p$	$2p$	$3p$	$4p$	$5p$	$6p$	$7p$
Плече зусилля в гідроциліндрах рукояті	$l_{ц,р}$	м	0,24	0,46	0,576	0,6	0,56	0,456	0,38
Термін дії гідроциліндра рукояті	$P_{ц,р} l$	кНм	58,9	113	141,7	148,0	138	114,4	93,5
Плече рукояті ($G_p = 4260 \text{ кН}$)	$l_{кВ}$	м	–0,18	0,03	0,26	0,43	0,56	0,62	0,612
Момент ваги без рукояті	$G_p l_{кВ}$	кНм	–0,83	0,14	1,2	1,98	2,59	2,66	2,82

Вага ковша з ґрунтом	$G_{K+Г}$	кН	5,2	6,7	8,2	9,7	11,2	12,7	12,8
Плече ковша з ґрунтом	$l_{KB+Г}$	м	-0,82	-0,04	0,73	1,41	1,91	2,2	2,24
Момент від ваги ковша з ґрунтом	$G_{K+Г}l_{KB+Г}$	кНм	-4,27	-0,27	6	13,2	21,4	28	28,7
Результуючий момент	Gl	кНм	64	113,1	134,5	132,4	113,8	83,1	61,9
Дотичне зусилля на ріжучій кромці ковша	P_K	кН	22,07	39	46,4	45,7	39,2	28,9	21,4

Дотичне зусилля, що виникає на ріжучій кромці ковша, обмежується реактивними тисками p_r в циліндрах стріли і ковша, а також умовами стійкості.

Радіус копання $l_K^B = 2,9$ м.

Далі визначимо реактивне тиск, що виникає в циліндрі ковша при копанні поворотом рукояті, виходячи з суми моментів щодо точки С (див. Рис. 3).

$$P_K = \frac{1}{R} (Tl_T - G_{K+Г}l_{K+Г})$$

Із суми моментів щодо точки D маємо

$$Tl_T = P_{ц,к}l_{ц,к}; Tl_T = P_{ц,к}l_{ц,к}/l_T$$

Звідси, знаючи

$$P_K = \frac{1}{R} \left(\frac{p_r F_{ц,к} l_{ц,к} l'_T}{l_T} - G_{K+Г} l_{K+Г} \right),$$

отримаємо

$$p_r = \frac{(P_K R + G_{K+Г} l_{K+Г}) l_T}{F_{ц,к} l_{ц,к} l'_T}$$

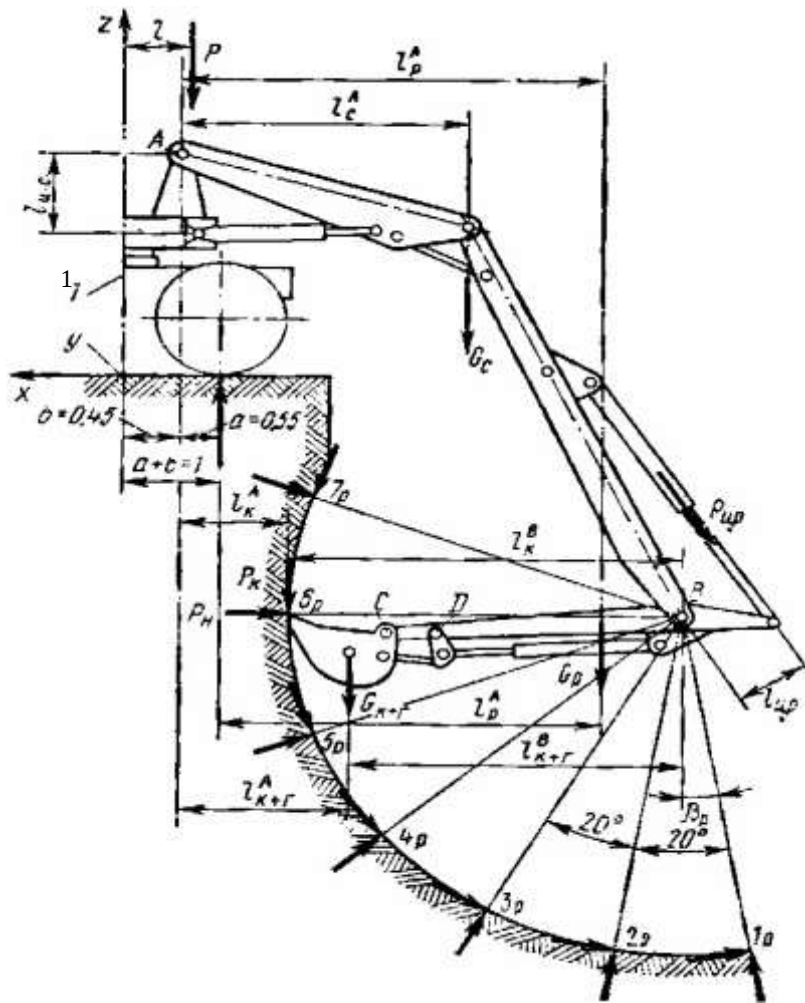


Рис. 3. Схема до визначення дотичних зусиль на ріжучої кромці ковша екскаватора при копанні поворотом рукояті: 1 - вісь обертання поворотної частини машини

З огляду на, що при копанні максимальне дотичне зусилля P_k виникає, коли ківш знаходиться в положенні $3p$ (табл. 9), визначимо найбільше реактивне тиск, що виникає в циліндрі ковша для цього розрахункового положення (див. Рис. 3):

$$p_p = \frac{(46380 \cdot 1.05 + 8200 \cdot 0.46) \cdot 0.36}{153.7 \cdot 10^{-4} \cdot 0.30 \cdot 0.22} = 15.1 \text{ МПа} < [p_p] = 20 \text{ МПа}.$$

Отримане реактивне тиск виявилось менше допустимого $[p_p]$, що визначається настроюванням клапанів. Таким чином, в розглянутому прикладі дотичне зусилля на ріжучої кромці ковша при копанні поворотом рукояті не обмежується реактивним тиском в циліндрі ковша.

Розрахунки виконуємо для всіх положень, показаних на рис. 3. Розрахунки показують, що в розглянутому прикладі реактивні тиски в гідроциліндрах стріли не обмежують дотичні зусилля на ріжучої кромці ковша при копанні поворотом рукояті.

Перекидний момент при $P_H = 0$ визначаємо по формулі

$$\begin{aligned} M_0 &= P_k(l_k^A - a) + G_{k+\Gamma}(l_{k+\Gamma}^A - a) + G_P(l_p^A - a) + G_c(l_c^A - a) \\ &= P_k(l_k^A - a) \sum M_G \end{aligned}$$

Можливе дотичне зусилля на ріжучої кромці ковша буде

$$P_k = (M_0 - M_G) / (l_k^A - a).$$

Розрахунки проводять для положень $5p \dots 7p$, як найбільш навантажених.

В даному випадку дотичні зусилля на ріжучої кромці ковша при копанні поворотом рукояті не обмежуються стійкістю екскаватора. У тих випадках, коли P_k обмежується реактивними тисками в циліндрах ковша, стріли або умовами стійкості, вносять необхідні корективи.

Заштрихованная площа на рис. 4, обмежена координатними осями і кривої 2 змiни зусилля P_k на ріжучої кромці ковша, показує роботу A , яку екскаватор може реалізувати в процесі копання.

Роботу можна визначити за формулою

$$A = \int_{l_1}^{l_7} P_k dl_{\text{коп}}$$

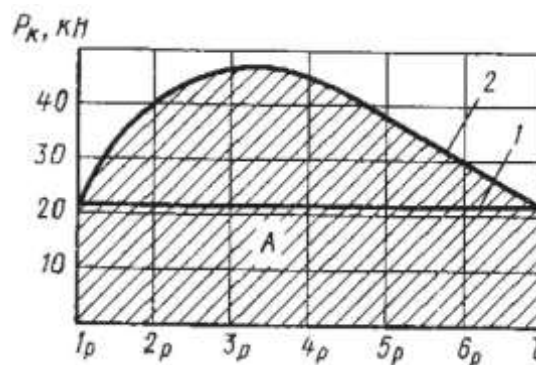


Рис. 4. Змiна зусилля P_k в процесі копання

Знаючи, що шлях копання між розрахунковими точками траєкторії становить 1,016 м, обчислимо роботу A наближено як суму робіт

$$\begin{aligned} A &= A_1 + \dots + A_6 = \frac{22072 + 39020}{2} * 1.015 + \dots + \frac{28870 + 21365}{2} * 1.015 \\ &= 224.2 \text{ кН} * \text{м} \end{aligned}$$

Питому енергоємність копання при використанні ковша місткістю

$q_k = 0,4 \text{ м}^3$ знайдемо за формулою

$$k_3 = A\eta / q_k = 224,2 * 0,8 / 0,4 = 448,4 \text{ кН м/м}^3.$$

Отже, машина може розробляти ґрунти до III категорії включно. З ковшем ємністю $q_k = 0,5 \text{ м}^3$ машина забезпечує питому енергоємність копання $k_0 = 358,7 \text{ кНм/м}^3$ і може розробляти ґрунти I-II категорій.

Копання поворотом ковша

Аналогічно визначають можливі величини дотичних зусиль на ріжучої кромці при роботі поворотом ковша. Схема діючих сил показана на рис. 5. Виходячи з обчислених вище діючих навантажень виконують розрахунки елементів робочого устаткування (ковша, рукояті і стріли) на міцність.

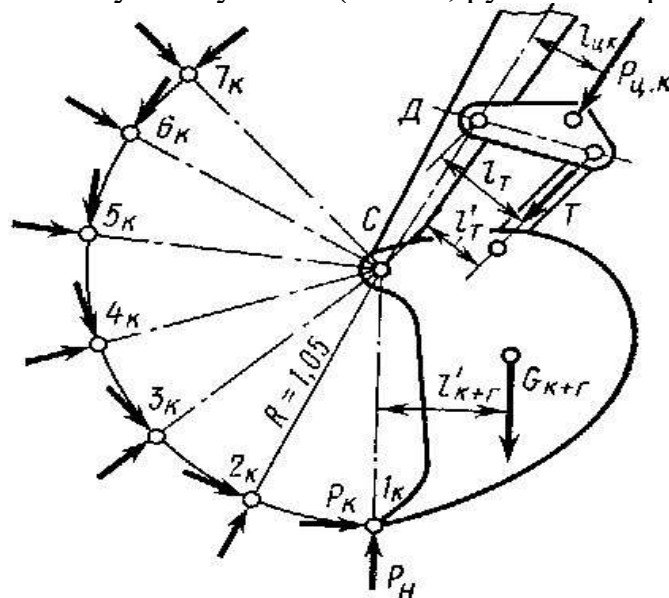


Рис. 5. Схема до визначення дотичних зусиль на ріжучої кромці ковша при копанні поворотом ковша

Розрахунки на стійкість

Такі розрахунки виконують для кількох розрахункових положень. Як приклад, наводиться розрахунок стійкості екскаватора для одного з положень при повороті його з навантаженим ковшем на розвантаження. Екскаватор (рис. 6) стоїть на ухилі 5° в бік стріли, поворотна платформа встановлена поперек ходового обладнання, ківш з ґрунтом на найбільшому вильоті підвернутий за допомогою гідроциліндра ковша під рукояті.

Відцентрові сили, що виникають від повороту платформи, визначимо за формулою

$$F = mr\omega^2 = (Gr / g)(\pi n/30)^2 = Gr\pi^2 9^2 / (g \cdot 30^2) = 0,0904Gr,$$

де m – маса складальної одиниці, кг; r – радіус від осі обертання поворотної частини машини до центра ваги відповідної складальної одиниці, м (див. табл. 8); ω – частота обертання поворотної платформи, 1/с (см. табл. 7); n – частота обертання поворотної платформи, об/хв; G – вага складальної одиниці, Н (див. табл. 8); g – прискорення сили тяжіння, м/с².

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Після підстановки отримаємо $M_y = 179,353 \text{ кНм}$.

Діючі відцентрові сили будуть:

1) на поворотну платформу з механізмами

$$F_{п.п} = 0,0904 * 51,7 * 1,195 = 5,58 \text{ кН}$$

2) На стрілу з гідроциліндрами

$$F_c = 0.0904 * 16.25 * 2.1 = 3.09 \text{ кН}$$

3) На рукоять з гідроциліндрами

$$F_p = 0,0904 * 4,62 * 5,5 = 2,3 \text{ кН}$$

4) На ківш з ґрунтом

$$F_{к+г} = 0,0904 * 12,8 * 6,4 = 7,02 \text{ кН}$$

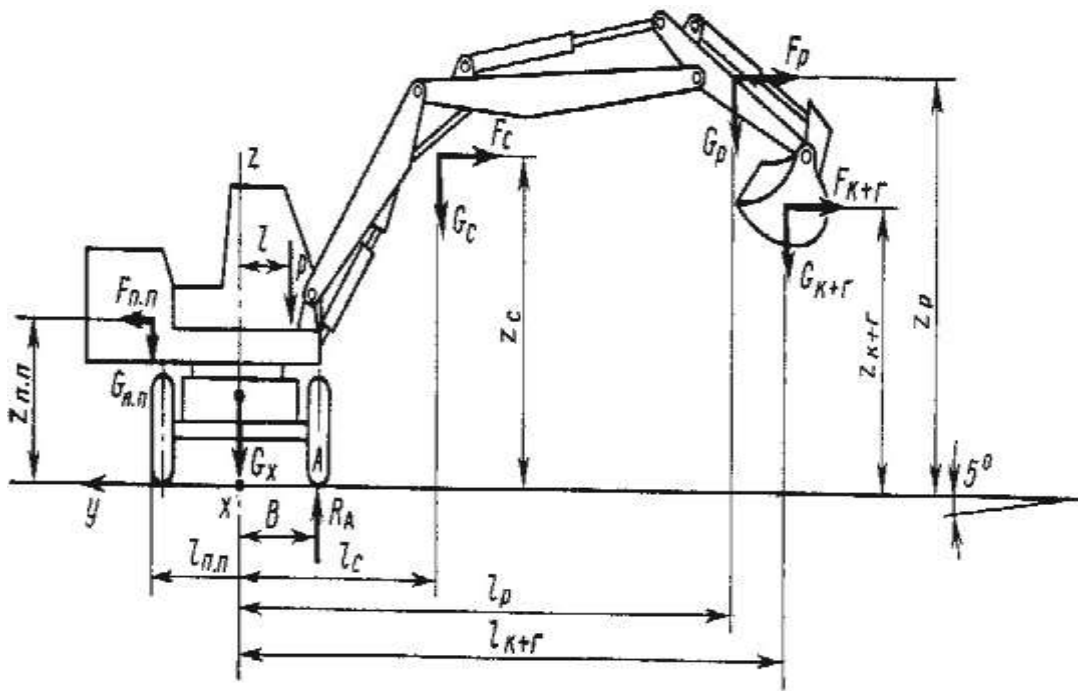


Рис. 6 Схема до розрахунку на стійкості екскаватора

Утримуючий момент визначимо за виразом

$$M_y = G_{п.п}[(X_{п.п} + B) \cos 5^\circ - Z_{п.п} \sin 5^\circ] + G_x[B \cos 5^\circ - Z_x \sin 5^\circ] + F_{п.п} Z_{п.п}$$

де B- відстань від осі обертання до ребра перекидання, B=1,15 м.

Після підстановки отримаємо $M_y = 179,353 \text{ кН} \cdot \text{м}$.

Перекидний момент знаходимо по вираженню

$$M_o = G_c[(l_c - B) \cos 5^\circ + Z_c \sin 5^\circ] + F_c Z_c + G_p[(l_p - B) \cos 5^\circ + Z_p \sin 5^\circ] + F_p Z_p + G_{к+г}[(l_{к+г} - B) \cos 5^\circ + Z_{к+г} \sin 5^\circ] + F_{к+г} Z_{к+г}$$

В результаті отримаємо $M_o = 152,86 \text{ кН} \cdot \text{м}$

Коефіцієнт запасу стійкості отримуємо за формулою

$$k_y = \frac{M_y}{M_o} = \frac{179.35}{152.86} = 1.18 > [k_y] = 1.15$$

Аналогічним чином визначають стійкість екскаватора для інших розрахункових положень. Для випадків недостатньою стійкості вводять додаткові противаги, змінюють умови обпирання (наприклад, шляхом установки виносних опор).

Розрахунок одноківшевого екскаватора включає так само вибір потужності механізмів пересування і повороту платформи.

5. Контрольні питання для підготовки до іспиту

1. Тенденції розвитку машин для земляних робіт.
2. Класифікація машин для земляних робіт.
3. Загальні вимоги до машин для земляних робіт.
4. Техніко-економічні показники машин для земляних робіт.
5. Класифікація ґрунтів.
6. Фізико-механічні властивості ґрунтів.
7. Способи деформації і руйнування ґрунту.
8. Процеси різання і копання ґрунту.
9. Класифікація і порівняльна оцінка трансмісій для земляних робіт.
10. Класифікація та порівняльна оцінка систем управління машин для земляних робіт.
11. Класифікація та порівняльна оцінка ходових пристроїв машин для земляних робіт.
12. Призначення, класифікація і порівняльна оцінка одноківшових екскаваторів.
13. Розрахунок часу циклу і продуктивності одноківшових екскаваторів.
14. Розрахунок маси противаги одноківшевого екскаватора.
15. Розрахунок стійкості одноківшевого екскаватора.
16. Визначення реакцій в опорно-поворотному пристрої екскаватора.
17. Визначення потужності підйомного механізму канатного одноківшевого екскаватора з обладнанням пряма лопата.

18. Визначення потужності тягового і підйомного механізмів канатних одноківшових екскаваторів з обладнанням зворотна лопата.
19. Розрахунок дотичній складової зусилля копання гідравлічного одноківшового екскаватора при копанні поворотом рукояті.
20. Розрахунок дотичній складової зусилля копання гідравлічного одноківшового екскаватора при копанні поворотом ковша.
21. Визначення активних зусиль в гидроцилиндре стріли одноківшового екскаватора.
22. Загальний пристрій канатного одноківшового екскаватора.
23. Пристрій і робота залежного напірного механізму.
24. Пристрій і робота незалежного напірного механізму.
25. Пристрій і робота комбінованого напірного механізму.
26. Пристрій і робота канатного одноківшового екскаватора (зворотна лопата).
27. Загальний пристрій гідравлічного одноківшового екскаватора.
28. Пристрій і робота канатного одноківшового екскаватора (пряма лопата).
29. Пристрій і робота канатного одноківшового екскаватора (драглайн, грейфер).
30. Призначення, класифікація і порівняльна оцінка бульдозерів.
31. Розрахунок продуктивності бульдозера.
32. Тяговий розрахунок бульдозера.
33. Розрахунок навантажень, що діють на робоче обладнання бульдозера.
34. Пристрій і робота бульдозерів з неповоротним відвалом.
35. Призначення, класифікація і порівняльна оцінка автогрейдерів.
36. Пристрій і робота бульдозерів з поворотним відвалом.
37. Визначення навантажень, що діють на робоче обладнання автогрейдерів.
38. Пристрій і робота автогрейдерів.
39. Призначення, класифікація і порівняльна оцінка грейдерів-елеваторів.
40. Пристрій і робота грейдерів-елеваторів.
41. Призначення, класифікація і порівняльна оцінка скреперів.
42. Тяговий розрахунок скреперів.
43. Визначення зусилля розвантаження скреперів.
44. Пристрій і робота скреперів.
45. Пристрій і робота канатного скрепера.
46. Призначення, класифікація і порівняльна оцінка екскаваторів безперервної дії.
47. Визначення основних показників багатоковшових екскаваторів.
48. Пристрій і робота ланцюгового багатоковшового екскаватора.
49. Пристрій і робота роторного багатоковшового екскаватора.
50. Призначення, класифікація і порівняльна оцінка машин для підготовчих робіт.
51. Пристрій і робота кусторезов.

52. Пристрій і робота корчевателів.
53. Пристрій і робота розпушувачів.
54. Визначення навантажень, що діють на робоче обладнання розпушувачів.
55. Призначення, класифікація і порівняльна оцінка машин для ущільнення ґрунтів.
56. Пристрій і робота ковзаник статичного дії.
57. Пристрій і робота машин для ущільнення ґрунтів.
58. Призначення, класифікація і порівняльна оцінка бурових машин і устаткування.
59. Призначення, класифікація і порівняльна оцінка машин для розробки мерзлих ґрунтів.
60. Призначення, класифікація і порівняльна оцінка машин для гідромеханізації земляних робіт.
61. Призначення, класифікація і порівняльна оцінка одноківшових навантажувачів.
62. Пристрій і робота одноківшового навантажувача.
63. Призначення, класифікація і порівняльна оцінка систем автоматизованого управління робочими процесами МЗР.

6. Рекомендована література

Основна література

1. Машини для земляних робіт [Текст] : підручник / ред.: Л. А. Хмара, С. В. Кравець. - Харків : ХНАДУ, 2014. - 548 с.
2. Ємельянова І. А. Баштові крани для сучасного будівництва: навч. посібник / Ємельянова І. А., Сорокотяга О. С., Супряга Д. В; Х: «Бурун книга», 2010. – 125 с.
3. Сукач М.К. Синтез землерийної і дорожньої техніки : Підручник / Сукач М, Марченко А., Горбатюк Є., «Ліра-К», 2013. – 376

Допоміжні джерела інформації

4. Беркман Л. И., Раннев А. В., Рейш А. К. Универсальные одноковшовые строительные экскаваторы. – М.: Машиностроение, 1994. – 304 с.
5. Бромберг А. А. Машини для земляных работ: Атлас конструкций. – М.: Машиностроение, 1981. – 205 с.
6. Гарбузов З. Е., Лялинов А. Н. Проектирование экскаваторов: учебное пособие для студентов вечернего, заочного и дневного факультетов / ЛИСИ. – Л., 1973. – 63 с.
7. Машини для земляных работ/ Н. Г. Гаркави, В. И. Аринченков, В. В. Карпов, З. Е. Гарбузов, А. И. Батулов, В. М. Донской. – М.: Высшая школа, 1982. – 335 с.

8. *Домбровский Н. Г., Гальперин М. И.* Землеройно-транспортные машины. – М.: Машиностроение, 1965. – 178 с.
9. *Домбровский Н. Г., Панкратов С. А.* Землеройные машины. Одноковшовые экскаваторы. – М.: Госстройиздат, 1961. – 651 с.
10. *Домбровский Н. Г.* Строительные машины: В 2 т. – М.: Машиностроение, 1976. – 391 с.
11. *Изаксон А. А., Донской В. М., Филатов А. И.* Справочник молодого машиниста экскаватора. – М.: Высш. шк., 1985. – 223 с.
12. *Каверзин С. В.* Курсовое и дипломное проектирование по гидроприводу самоходных машин. – Красноярск: Изд-во «Офсет», 1997. – 382 с.
13. *Колесниченко В. В.* Справочник молодого машиниста бульдозера, скрепера, грейдера. – М.: Высш. шк., 1988. – 224 с.
14. *Крикун В. Я., Манасян В. Г.* Расчет основных параметров гидравлических экскаваторов с рабочим оборудованием обратная лопата: учебное пособие. – М.: МИСИ, 2002. – 110 с.
15. *Машины для земляных работ* / Г. В. Кириллов, П. И. Марков, А. В. Раннев и др.; под ред. М. Д. Полосина, В. И. Полякова. – М.: Стройиздат, 1994. – 288 с.
16. *Металлические конструкции строительных и дорожных машин*/ Под ред. В. А. Ряхина – М.: Машиностроение, 1972. – 312 с.
17. *Попов А. И., Евтюков С. А.* Металлические конструкции строительных и дорожных машин: учеб. пособие / СПбГАСУ. – СПб., 1998. – 67 с.
18. *Методические указания по разработке сметных норм и расценок цен на эксплуатацию строительных машин и автотранспортных средств. МДС 81–3.99.* Утв. постановлением Госстроя России от 17.12.99 № 81. – М.: Госстрой России. – 1999. – 37 с.
19. *Проектирование машин для земляных работ* / Под ред. А. М. Холодова. – Харьков: Вища школа, 1986. – 272 с.
20. *Рейш А. К., Борисов С. М.* Справочное пособие по строительным машинам. Машины для земляных работ. – М.: Стройиздат, 1972. – 327 с.
21. *Спельман Е. П.* Техника безопасности при эксплуатации строительных машин и средств малой механизации. – М.: Стройиздат, 1982. – 96 с.
22. *Справочник конструктора дорожных машин*/ Под ред. И. П. Бородачева. – М.: Машиностроение, 1973. – 503 с.
23. *Строительные машины: Справочник в 2 т./* Под ред. В. А. Баумана. – М.: Машиностроение, 1976. Т. 1. – 502 с.
24. *Шевченко В. Д.* Проектирование металлоконструкций строительных и дорожных машин. – Киев: Вища школа
25. *Электронные системы управления и контроля строительных и дорожных машин: учебное пособие* / [В. М. Амелин и др.]; Под ред. Б. И. Петленко. – М.: Интекс, 1998. – 382 с.

26. *ГОСТ 9420–79*. Автогрейдеры. Технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1979.
27. *ГОСТ 10055–75*. Скреперы самоходные. – М.: Изд-во стандартов, 1976.
28. *ГОСТ 5738–73*. Скреперы прицепные колесные. – М.: Изд-во стандартов, 1980.
29. *ГОСТ 7410–79Е*. Бульдозеры гусеничные. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1979.
30. *ГОСТ 11671–75*. Бульдозеры колесные общего назначения. – М.: Изд-во стандартов, 1975.
31. Бульдозеры одноковшовые универсальные гидравлические. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1979
32. *ГОСТ 17343–71*. Экскаваторы одноковшовые универсальные с гибкой подвеской рабочего оборудования. – М.: Изд-во стандартов, 1971.
33. *ГОСТ 2.104–68*. Основные надписи. – М.: Изд-во стандартов, 1969.
34. *ГОСТ 2.105–68*. Общие требования к текстовым документам. – М.: Изд-во стандартов, 1969.
35. *ГОСТ 2.106–68*. Текстовые документы. – М.: Изд-во стандартов, 1969.
36. *ГОСТ 2.108–68*. Спецификация. – М.: Изд-во стандартов, 1969.
37. *ГОСТ 2.109–73*. Основные требования к чертежам. – М.: Изд-во стандартов, 1974.
38. *ГОСТ 2.312–72*. Условия изображения и обозначения швов сварных соединений. – М.: Изд-во стандартов, 1972.
39. *ГОСТ 2.701–76*. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. – М.: Изд-во стандартов, 1976.
40. *ГОСТ 2.704–76*. Правила выполнения гидравлических и пневматических схем. – М.: Изд-во стандартов, 1976.
41. *ГОСТ 2.703–68*. Правила выполнения кинематических схем. – М.: Изд-во стандартов, 1969.
42. *ГОСТ 2.770–68*. Обозначения условные графические в схемах. Элементы кинематики. – М.: Изд-во стандартов, 1969.
43. *ГОСТ 2.780–68*. Обозначения условные графические. Элементы гидравлических и пневматических сетей.

Додаток 1**Одноковшеві екскаватори з обладнанням пряма лопата**

<i>№ n/n</i>	<i>Q, м³</i>	<i>Марка</i>	<i>m, кг</i>	<i>N_{дв}, кВт</i>	<i>R_{max}, м</i>	<i>H_{max}, м</i>	<i>T_c, с</i>	<i>V_{max}, км/ч</i>
1	0,25	ЭО-2621В	6100	44	5	2,85	15	19
2	0,63	ЭО-3323А	13800	60	6,8	7,66	15,9	19,4
3	0,63	ЭО-3122	14300	60	6,8	7,3	16	3
4	1	ЭО-4322	20400	73,6	8	7,9	17	20
5	1	ЭО-4125	25000	95,6	7,9	8,33	19	2,5
6	1,6	ЭО-5124	39000	125	8,9	9,6	20	2,2
7	3,2	ЭО-6123	67500	150	10,2	10,7	23	1,5

Додаток 2**Одноковшеві екскаватори обладнанням зворотна лопата**

<i>№ n/n</i>	<i>Q, м³</i>	<i>Марка</i>	<i>m, кг</i>	<i>N_{дв}, кВт</i>	<i>R_{max}, м</i>	<i>H_{max}, м</i>	<i>T_c, с</i>	<i>V_{max}, км/ч</i>
1	0,25	ЭО-2621В	6100	44	5,3	4,15	16,5	19
2	0,63	ЭО-3323А	13800	60	7,9	4,8	16,5	19,4
3	0,63	ЭО-3122	14300	60	8,1	5,2	16,3	3
4	0,63	ЭО-3221	14300	60	7,9	4,9	16,5	3
5	1	ЭО-4322	20400	73,6	9	5,85	19,2	20
6	1	ЭО-4125	25000	95,6	9,3	6	18,5	2,5
7	1,6	ЭО-5124	39	125	10	6,5	25	2,2
8	2,5	ЭО-6123	67,5	150	11,6	7,2	28	1,5

Додаток 3**Одноковшеві екскаватори з обладнанням «навантажувач»**

<i>№ n/n</i>	<i>Q, м³</i>	<i>Марка</i>	<i>m, кг</i>	<i>N_{дв}, кВт</i>	<i>R_{max}, м</i>	<i>H_{max}, м</i>	<i>T_c, с</i>	<i>V_{max}, км/ч</i>
1	1,2	ЭО-3323А	13800	60	6,4	2,9	18	19,4
2	1,2	ЭО-3122	14300	60	6,6	2,9	18	3
3	1,45	ЭО-4125	25000	95,6	7,5	3,2	17	2,5
4	2,8	ЭО-5124	39000	125	8,5	4	25	2,2
5	5	ЭО-6123	67500	150	9,7	3,7	28	1,5

Характеристики ґрунтів

Ґрунт	k_0 , кПа	ρ , кг/м ³	f	$\varphi_{\text{сц}}$	μ_1	μ_2	λ , град	k_p
Глина	180	1800	0,1	0,9	0,6	0,8	35	1,3
Суглинок	150	1600	0,15	0,85	0,5	0,65	33	1,2
Песок	90	1400	0,2	0,8	0,4	0,56	30	1,1

Умовні позначення в таблицях додатків:

B – ширина відвалу бульдозера або ковша скрепера;
 f – коефіцієнт опору переміщенню;
 $j_{\text{сц}}$ – коефіцієнт зчеплення рушія з ґрунтом;
 H – висота відвалу бульдозера або ковша скрепера;
 H_{max} – максимальна глибина (висота) копання;
 h_{max} – максимальна товщина проникнення ріжучого інструменту ґрунту;
 $H_{\text{отв}}$ – висота відвалу автогрейдера;
 k_0 – коефіцієнт питомої опору копання;
 k_p – коефіцієнт розпушення ґрунту;
 $L_{\text{отв}}$ – довжина відвалу автогрейдера;
 l – кут природного укосу ґрунту;
 m – маса машини;
 m_b – маса бульдозера;
 $m_{\text{об}}$ – маса робочого обладнання;
 m_c – маса скрепера;
 m_t – маса тягача скрепера;
 m_1 – коефіцієнт тертя ґрунту про сталь;
 m_2 – коефіцієнт тертя ґрунту об ґрунт;
 N – потужність двигуна;
 q – місткість ковша;
 R_{max} – максимальний радіус копання;
 g – щільність ґрунту;
 v, v_{max} – швидкість і максимальна швидкість тягача (трактора);
 $V_{\text{гр}}$ – обсяг ґрунту в призмі волочіння;
 $t_{\text{ц}}$ – тривалість робочого циклу.

Формули для обчислення параметрів повноповоротних гідравлічних гусеничних екскаваторів (зворотна лопата)

Параметр	Обозначение	Уравнение
Половина базы, м	B	$B = 0,55G_3^{1/3}$
Мощность, кВт	$N_{\text{дв}}$	$N_{\text{дв}} = 10,2q + 16,7$
Сила тяги, кН	T	$T = 3,7G_3 - 25$
Колея, м	S	$S = 0,78G_3^{1/3}$
Длина гусеницы, м	L	$L = 1,4m_3^{1/3}$
Ширина нормальных гусениц, м	A	$A = 0,4 \dots 0,6$
» уширенных гусениц, м	A'	$A' = 0,6 \dots 1,0$
Максимальная глубина копания, м	H_k	$H_k = 1,7 + 1,6(m_3 - 5)^{1/3}$
Максимальный радиус копания, м	R_k	$R_k = 3,1m_3^{1/3}$
Максимальная высота копания, м	H'_k	$H'_k = 1,4 + 2,2m_3^{1/3}$
» выгрузки, м	H_b	$H_b = 2,1(m_3 - 2)^{1/3}$
Масса экскаватора, т	m_3	$m_3 = 10,2q - 8,0$
» ковша, т	m_k	$m_k = 0,9q$
» двигателя, т	$m_{\text{дв}}$	$m_{\text{дв}} = 0,159N_{\text{дв}}^{0,525}$
Радиус кормовой части платформы, м	$R_{\text{п}}$	$R_{\text{п}} = (m_3 - 4)^{1/3}$
Высота основания поворотной платформы, м	F	$F = 0,214m_3^{1/3} + 0,5$
» платформы без кабины, м	E	$E = 0,55 + 0,58m_3^{1/3}$
» габаритная (без рабочего оборудования), м	M	$M = 1,75 + 0,44m_3^{1/3}$
Ширина платформы, м	U	$U = 1,37 + 0,431m_3^{1/3}$
Давление жидкости в гидросистеме, МПа	p	$p = 16 \dots 38$
Расстояние до верхней стенки забоя, м	K	$K = 2,65(m_3 - 4)^{1/3}$
Масса рабочего оборудования (без ковша), т	$m_{\text{р.о}}$	$m_{\text{р.о}} = 0,15m_3$
Расстояние от центра тяжести базовой машины (без рабочего оборудования.) до оси поворота, м	X_0	$X_0 = 0,8B$
Длина стрелы, м	L_c	$L_c = (H_k + H_b) / (2 \sin \alpha_c / 2)$
Угол поворота, град	α_c	$90 \dots 95$

Додаток 7 Бланк завдання на курсовий проект

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ
 Інститут «Гідротехнічного будівництва і цивільної інженерії»
Кафедра «Машинобудування»

Студент ____ курс _____
 (ПІБ)

Завдання на курсову роботу з дисципліни «МАШИНИ ДЛЯ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ»
 ТЕМА РОБОТИ _____

ДАНІ _____

Состав проекта		Количество листов	Содержание
1.	Чертежи (формат А1):		Состояние вопроса 1. Технические требования к машине (по ГОСТу) 2. Выбор и обоснование типа рабочего оборудования, хода, привода и системы управления 3. Описание схем привода рабочего оборудования 4. Описание устройства, принципа действия машины и технологии производства работ 5. Расчетная часть: 5.1. Определение параметров рабочего оборудования и мощности двигателя 5.2. Выбор базовой машины 5.3. Расчет устойчивости 5.4. Расчет сопротивлений при работе машины 5.5. Определение нагрузок на рабочее оборудование 5.6. Прочностной расчет 5.7. Расчет привода рабочего оборудования 5.8. Техничко-экономический расчет 6. Автоматизация рабочего процесса 7. Техника безопасности при эксплуатации машины Заключение Литература
2.	Пояснительная записка (формат А4):		
Стадии проекта		Сроки выполнения	
1.	Выбор базовой машины		
2.	Расчетная часть		
3.	Чертежи		
Дата выдачи задания на КР			
Дата защиты			
Руководитель проекта			
подпись			

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

Інститут «Гідротехнічного будівництва і цивільної інженерії»
Кафедра «Машинобудування»

КУРСОВА РОБОТА

з навчальної дисципліни

**«БУДІВЕЛЬНА ТЕХНІКА
МАШИНИ ДЛЯ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ»**

Виконав студент групи _____

П.І.Б. _____

Номер залікової книжки _____

Перевірила _____

<i>Дата здачі на перевірку</i>	<i>Результат перевірки</i>	<i>Дата перевірки</i>	<i>Результат захисту</i>	<i>Дата захисту</i>	<i>Підпис</i>

ОДЕСА 2021

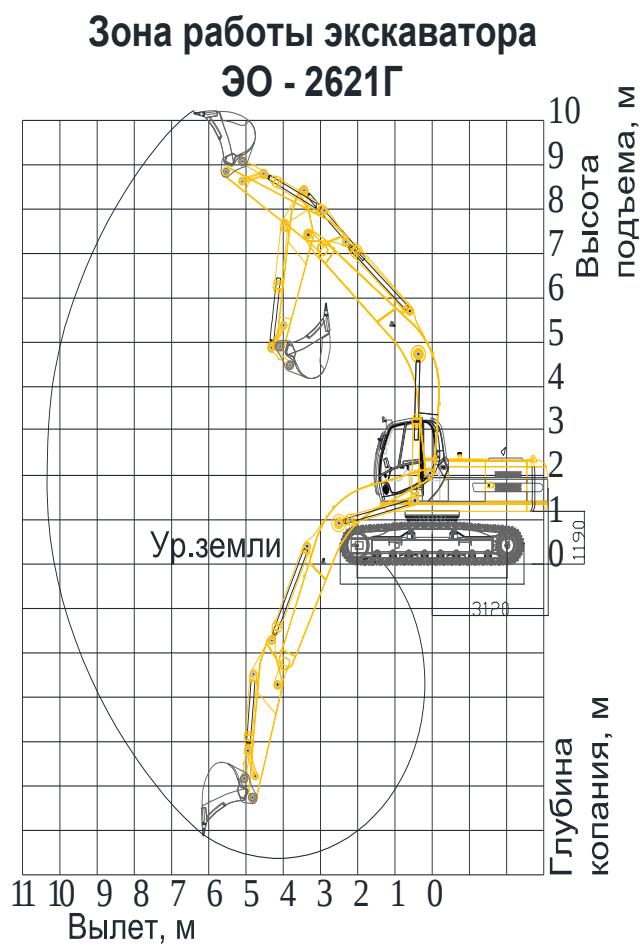
Содержание

Вступ	4
1. Сфера використання «ЭО-2621Г».....	6
1.1 Технічні характеристики екскаватора «ЭО-2621Г».....	7
2. Проект одноковшового екскаватора	10
3. Розрахунок робочого обладнання	14
3.1. Визначення потужності двигуна та параметрів гідрообладнання	16
3.2. Розрахунок навантажень на робоче обладнання	18
3.3 Копання поворотом рукояті	18
3.4 Копання поворотом ковша	23
3.5 Розрахунки на стійкість	23
4. Рекомендована література	26

Додаток 10 Приклад списку використаної літератури

Список використаних джерел

1. Машини для земляних робіт [Текст] : підручник / ред.: Л. А. Хмара, С. В. Кравець. - Харків : ХНАДУ, 2014. - 548 с.
2. Ємельянова І. А. Баштові крани для сучасного будівництва: навч. посібник / Ємельянова І. А., Сорокотяга О. С., Супряга Д. В; Х: «Бурун книга», 2010. – 125 с.
3. Сукач М.К. Синтез землерийної і дорожньої техніки : Підручник / Сукач М, Марченко А., Горбатюк Є., «Ліра-К», 2013. – 376

[illegible]

