

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Дніпропетровський національний університет
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Кафедра „Прикладна механіка та матеріалознавство”

«ДО ЗАХИСТУ»
Завідувач кафедри

_____ Ракша С.В.
(підпис) (ПІБ)

20 ____ р. _____ « ____ »

ДИПЛОМНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»
(шифр) (назва)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Тема: «Дослідження ефективності процесу ущільнення ґрунту котком з комбінованою робочою поверхнею»

Theme «Investigation of the effectiveness of the process of soil compaction by a roller with a combined work surface»

ДІТ. 630000. 303. МРПЗ

Керівник дипломного проекту доцент _____ Главацький К.Ц.
(посада) (підпис) (ПІБ)

Керівник розділу з БЖД професор _____ Саблін О.І.
(посада) (підпис) (ПІБ)

Нормоконтролер ст.викл. _____ Посмітюха О. П.
(посада) (підпис) (ПІБ)

Виконавець, студент групи ПМ1921 _____ Григоренко І.С.
(посада) (підпис) (ПІБ)

Student _____ Grigorenko Ivan
(Family, name)

Дніпро
2020

					ДІТ. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна
Факультет Транспортна інженерія кафедра: «Прикладна механіка та матеріалознавство»
Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри

_____ (підпис)
” _____ ” _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

до магістерської дипломної роботи на здобуття ОКР «магістр»

студента групи ПМ1921 _____ Григоренко Івана Сергійовича _____
омер групи) _____ різвище, ім'я та по батькові)

1. Тема магістерської роботи «Дослідження ефективності процесу ущільнення ґрунту котком з комбінованою робочою поверхнею»

Затверджена наказом по університету № 820 ст. від ” 28 ” _____ жовтня _____ 2019 р.

2. Термін подання студентом закінченої роботи _____ 16.12.2020 р.

3. Вихідні дані до магістерської роботи: тип ґрунтоущільнювальної машини – коток; тип робочого обладнання – самохідне; категорія ґрунтів - I, II, III, IV; геометричні розміри – лабораторні моделі в масштабі 1:10; середній питомий тиск на ґрунт – 0,1...1 МПа.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань до розробки) Вступ. 1. Класифікація котків за кількістю, розташуванням і видами робочих органів. 2. Аналіз основних технічних характеристик котків і їх робочих органів. 3. Синтез елементів і робочих поверхонь робочих органів котків. 4. Модель взаємодії робочого органу блокуючої дії з ґрунтом. 5. Рекомендації щодо методики вибору робочих поверхонь котків блокуючої дії на ґрунт. 6. Напрямки змін у схемах конструкцій робочих органів ГУМ і їх робочих органів статичної і динамічної дії. 7. Технічні пропозиції схем робочих органів ґрунтоущільнюючих машин. 8. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Загальні висновки та рекомендації. Бібліографічний список.

5. Перелік креслень (демонстраційного матеріалу) 1) Класифікація котків. 2) Аналіз основних технічних характеристик котків. 3) Синтез елементів і робочих поверхонь робочих органів котків. 4) Схеми робочих органів котків. 5) Модель взаємодії робочого органу блокуючої дії з ґрунтом. 6) Рекомендації з методики вибору робочих поверхонь котків блокуючої дії на ґрунт. 7) Технічні пропозиції схем робочих органів ґрунтоущільнюючих машин. Презентація з включенням обов'язкового переліку.

										Арк.
										6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДІП. 630000. 303. МРПЗ					

6. Розділи та консультанти

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	професор Саблін О.І.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва розділів дипломної магістерської роботи	Термін виконання розділів роботи	Примітка
	Вступ		
1	Класифікація котків за кількістю, розташуванням і видами робочих органів	01-06.09.2020	виконано
2	Аналіз основних технічних характеристик котків і їх робочих органів		
3	Синтез елементів і робочих поверхонь робочих органів котків	18-22.10.2020	виконано
4	Модель взаємодії робочого органа блокуючої дії з ґрунтом		
5	Рекомендації щодо методики вибору робочих поверхонь котків блокуючої дії на ґрунт	15-18.11.2020	виконано
6	Напрямки змін у схемах конструкцій робочих органів ГУМ і їх робочих органів статичної і динамічної дії		
7	Технічні пропозиції схем робочих органів ґрунтоущільнюючих машин		
8	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
	Загальні висновки та рекомендації		
	Бібліографічний список	12-16.12.2020	виконано

7. Дата видачі завдання 01 листопада 2019 року

Керівник завдання _____

Завдання прийняв до виконання _____

ідпис)

ідпис)

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РЕФЕРАТ

Кількість томів: 1

В записці всього 111 сторінок

Найменування роботи: «Дослідження ефективності процесу ущільнення ґрунту котком з комбінованою робочою поверхнею».

Ілюстрації: схем _____, рисунків _____

графіків _____, фотографій _____

таблиць _____.

Ключові слова: коток блокуючої дії, сила тяги, технічна продуктивність, кількість проходів, контактний тиск.

Текст реферату:

Метою роботи є дослідження взаємодії робочого органу блокуючої дії з ґрунтом.

Для підтвердження раціонального використання даної моделі вальця були побудовані графіки залежностей контактного тиску від форми поверхні робочого органу, роботи при ущільненні статичним навантаженням, глибини взаємодії вальця з ґрунтом, сили тяги від виду робочого органу. З побудованих графіків можна зробити висновки, що дана модель вальця, для ущільнення необхідних ґрунтів, являється найбільш ефективною, і впровадження є доцільним.

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1.КЛАСИФІКАЦІЯ КОТКІВ ЗА КІЛЬКІСТЮ, РОЗТАШУВАННЯ І ВИДАМИ РОБОЧИХ ОРГАНІВ.....	7
1.1 Одновальцеві дорожні котки.....	9
1.2 Двовальцеві дорожні котки.....	11
1.3 Тривальцеві дорожні котки.....	11
1.4 Вібраційні дорожні котки.....	14
1.5 Пневмоколісні дорожні котки.....	15
1.6 Комбіновані дорожні котки.....	16
1.7 Тандемні дорожні котки.....	17
1.8 Котки ущільнювачі.....	18
1.9 Висновки до розділу.....	19
2.АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОТКІВ І ЇХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ.....	21
2.1 Технічні характеристики дорожніх катків.....	21
2.2 Вагова характеристика... ..	23
2.3 Ширина ущільнюючої полоси, і число коліс.....	25
2.4. Технічні характеристики причіпних котків.....	28
3.СИНТЕЗ ЕЛЕМЕНТІВ І РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ РОБОЧИХ ОРГАНІВ КОТКІВ.....	32
3.1 Гладенько барабанні ущільнюючі елементи.....	32
3.2 Кулачкові ущільнюючі елементи.....	32
3.3 Ущільнюючі елементи з решітчастими колесами.....	34
3.4 Ущільнюючі елементи на пневмо колесах.....	35

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

3.5 Ущільнюючі елементи з плитками, шарнірно з'єднаними з ободом колеса.....	36
3.6 Дискові ущільнюючі елементи.....	37
3.7 Сегментні ущільнюючі елементи.....	38
3.8 Ущільнюючі компакторні вальці.....	38
3.9. Валець з набором багатокутних дисків.....	39
3.10 Висновки до розділу.....	39
4.МОДЕЛЬ ВЗАЄМОДІЇ РОБОЧОГО ОРГАНУ БЛОКУЮЧОЇ ДІЇ З ГРУНТОМ	40
4.1 Розрахунок основних параметрів котків статичної дії.....	40
4.2 Тяговий розрахунок котка блокуючої дії.....	41
4.3 Розрахунок котка з гладким вальцем через радіус.....	42
4.4 Розрахунок котка з дисковим вальцем через радіус.....	42
4.5 Розрахунок котка з дисковим вальцем через ширину.....	47
4.6 Розрахунок кількості проходів котка блокуючої дії.....	48
4.7. Розрахунок технічної продуктивності.....	51
4.8 Висновки до розділу.....	53
5. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО МЕТОДИКИ ВИБОРУ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ КОТКІВ БЛОКУЮЧОЇ ДІЇ НА ГРУНТ.....	54
6. НАПРЯМКИ ЗМІН У СХЕМАХ КОНСТРУКЦІЙ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТОУЩІЛЬНЮЮЧИХ МАШИН І ЇХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СТАТИЧНОЇ І ДИНАМІЧНОЇ ДІЇ.....	57
7. ТЕХНІЧНІ ПРОПОЗИЦІЇ СХЕМ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТОУЩІЛЬНЮЮЧИХ МАШИН.....	74
8. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	95
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	108
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	109

ВСТУП

Створення розгалуженої мережі доріг, а також підтримка дорожнього покриття в необхідному стані при мінімальних матеріальних витратах на дані роботи - невідкладне завдання дорожнього господарства країни. Здійснення цього неможливо без істотного прискорення науково-технічного прогресу в області дорожнього будівництва. На сьогодні дорожнє будівництво розвивається в напрямку збільшення міцності й довговічності доріг, що спричиняється застосуванням для укладання дорожніх покриттів дорогих матеріалів і ускладнює технологію. Однак вкладені кошти й витрачені зусилля виявляються даремними, якщо не забезпечується необхідний ступінь ущільнення елементів дорожнього покриття. Тому в умовах сучасного будівництва ущільненню дорожньо-будівельних матеріалів приділяється особлива увага.

На сьогодні парк машин для ущільнення дорожньо-будівельних матеріалів складається з різноманітних типів, які відрізняються один від одного не тільки конструкцією, але й принципом роботи. Різноманіття типів ущільнювальних машин, а також їх відносно низька продуктивність ускладнює технологічний процес зведення дорожнього полотна та вимагає залучення значних людських ресурсів, що в результаті, підвищує собівартість одиниці продукції при провадженні робіт.

Зважаючи на це пошук нових високоефективних способів ущільнення дорожньо-будівельних матеріалів має важливе значення, а створення на їхній основі високопродуктивного ущільнюючого устаткування є актуальним завданням.

Магістерська робота виконана з метою підвищення ефективності ущільнювального устаткування на основі розробки й визначення його параметрів роботи з урахуванням комбінованого впливу вальця котка на матеріал, що ущільнюється.

					ДІТ. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 КЛАСИФІКАЦІЯ КОТКІВ ЗА КІЛЬКІСТЮ, РОЗТАШУВАННЯМ І ВИДАМИ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

Для будівництва доріг зазвичай застосовують свіжо приготовлені бетонні суміші, ґрунтові, цементні і бітумінозні суміші й інші матеріали. Для найбільш щільного укладання часток матеріалу й збільшення зчеплення між ними дорожньо-будівельні матеріали ущільнюють. Процес ущільнення, виконується шляхом статичного й динамічного впливів та істотно впливає на експлуатаційну міцність будівельних елементів і споруд. При ущільненні скорочуються повітряні включення у свіжо приготованих бетонних сумішах; із цементно-бетонних сумішей видаляється надлишкова вода, яку додають для готування бетонної суміші й потрібної її оброблюваності, але яка не використовується для схоплювання цементу. При ущільненні насипних матеріалів і ґрунтів природного залягання, а також щебнів зменшуються пори, а при ущільненні вологого матеріалу також скорочується вміст води. Ущільнення бітумінозних сумішей призводить до зменшення повітряних включень, та до збільшення зчеплення між частками суміші.

За принципом дії робочих органів ущільнювальних машин розрізняють такі основні методи ущільнення:

- укочення (робочий орган - ущільнюючий коток переміщається по ущільнювальному матеріалу);
- трамбування шляхом ударного впливу (ущільнення досягається періодичними ударами ущільнюючого елемента по ущільнювальному матеріалу);
- вібраційний вплив (матеріалу повідомляють короткочасні, наступні один за іншим імпульси).

Існують також машини, засновані на комбінуванні зазначених принципів дії: вібраційні котки, віброударне устаткування, вібраційне трамбування й ін. Статичним впливом є укочення; до динамічних впливів відносяться всі інші методи [6].

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Процес ущільнення будівельних матеріалів є важливою технологічною операцією будівництва автомобільних та залізничних доріг. Висока щільність матеріалу досягається правильним вибором методів ущільнення, параметрів застосовуваних машин і режимів ущільнення.

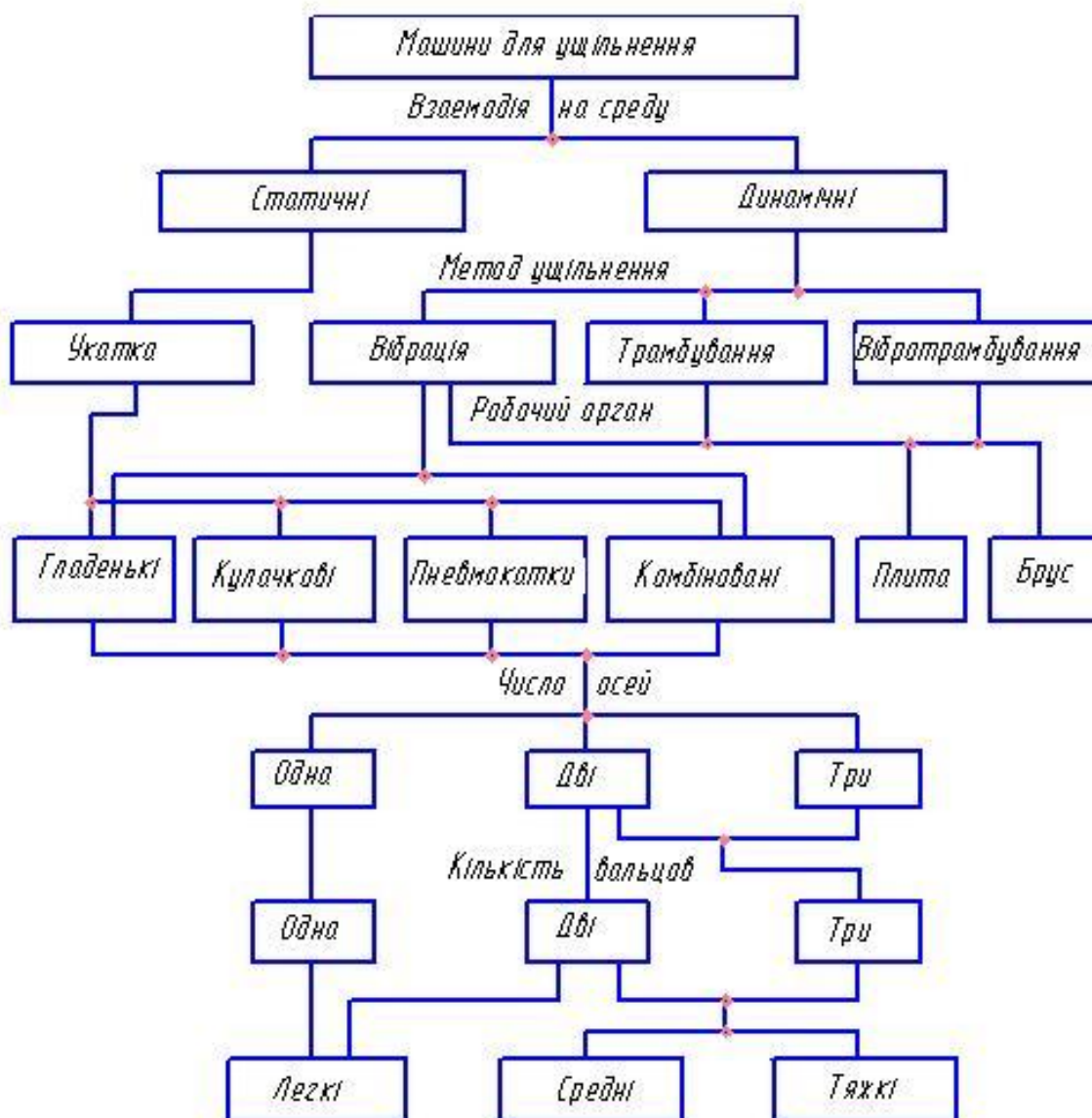


Рис. 1.1. Класифікація машин для ущільнення дорожньо-будівельних матеріалів та ґрунтів

Тиск на поверхні контакту робочих органів машин з ущільнювальним середовищем не повинен бути вищим за межу міцності середовища. Він повинен поступово підвищуватися з кожним проходом чи ударом. При високих тисках на поверхні контакту робочих органів з матеріалом виникає пластична деформація

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

(витискання) матеріалу з-під робочих поверхонь робочих органів. При укоченні це спричиняє хвилеутворення.

Наявність бітуму призводить до утворення між частками мінерального матеріалу в'язко-пластичних зв'язків, що вимагає при ущільненні багаторазового прикладання циклічних навантажень. Укладання й ущільнення гарячих сумішей виконується при температурі 160°C, теплих сумішей при більш низьких температурах. По мірі ущільнення й охолодження суміші її в'язкість підвищується, тому важливо встигнути ущільнити суміш до необхідної щільності до її охолодження.

Якість ущільнення оцінюється коефіцієнтом ущільнення, тобто щільністю суміші після проходу котка й при ущільненні стандартним способом.

Котки є найпоширенішими й простими машинами для ущільнення дорожньо-будівельних матеріалів. Котки класифікують за тиском, способом переміщення, кількістю, розташуванням й конструкцією вальців.

Котки мають один або частіше кілька ущільнюючих вальців. У процесі кочення вальців по поверхні оброблюваного матеріалу, нанесеного шарами, відбувається ущільнення під дією власної маси котка, а за необхідності - під дією додаткових вібраційних сил. Залежно від форми вальця й пов'язаної із цим специфіки впливу на ущільнювальний матеріал котки використовують для ущільнення зв'язного й незв'язного ґрунту та інших будівельних матеріалів (піску, щебнів і ін. переважно з використанням вібрації). Вальці виконують звичайно у вигляді гладеньких циліндричних барабанів, кулачковими, ґратчастими із плитками по поверхні ободу, у вигляді набору на осі коліс із пневматичними шинами дисків і сегментів, а також спеціальної форми.

1.1 Одновальцеві дорожні котки

Гладенькі вальці являють собою барабан циліндричної форми. Їхній ущільнюючий вплив забезпечується власною масою котка, яку можна збільшити додатковим баластом (це стосується також і інших вальців). Котки бувають:

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- легкими, у яких розподілене навантаження менше за 40 кН/м, маса 5 т, потужність двигуна до 20 кВт;

- середніми, де розподілене навантаження 40...60 кН/м, маса 6...10 т, потужність двигуна 25...30 кВт;

- важкими з розподіленим навантаженням понад 60 кН/м, масою більше 10 т.

Легкі котки застосовують для попереднього ущільнення ґрунтових споруд і покриттів. Середні котки служать для проміжного ущільнення ґрунтових споруд і покриттів, а також для остаточного ущільнення покриттів полегшеного типу. Важкі котки використовують для остаточного ущільнення гравійних і щебених ґрунтових споруд і асфальтобетонних покриттів.

За кількістю й розташуванням вальців котки можуть бути: одно вальцеві, з підтримуючими вальцями або колесами; двовальцеві з одним або двома приводними вальцями; тривальцеві двохосьові; тривальцеві двохосьові з додатковим вальцем малого діаметра; тривальцеві тривісні з одним або трьома приводними вальцями.

Котки бувають самохідними й причіпними. Для створення необхідного ущільнення матеріалу звичайно потрібно кілька проходів: число їх залежить від типу котка, властивості матеріалу, що укочується, і товщини його шару відсіпання.

Одновальцеві котки відносять до котків легкого типу. Двигун і трансмісію іноді розташовують усередині вальця, а важелі керування виносять на рукоятку дишля, за допомогою якого вручну виконують повороти котка. Підтримуючі вальці або колеса роблять керованими.

1.2 Двовальцеві дорожні котки

Двовальцеві котки (танDEM) мають вальці однакової ширини й бувають легкого, середнього й важкого типів. Один з вальців є керованим і може повертатися навколо вертикальної осі. Валець може складатися із двох однакових

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

секцій, що встановлені на загальній осі. Секції можуть мати можливість вільно обертатися навколо осі, що полегшує поворот котка й запобігає зрушенню матеріалу, що ущільнюється. У зв'язку з необхідністю повороту ширина вальця не може бути більше 1300 мм, інакше на поверхні покриття з'являються дефекти. Підвіска переднього керованого вальця забезпечує поперечний нахил його у вертикальній площині на кут до 30...35° при наїздах однією стороною на перешкоди.

Двовальцеві двоосьові котки мають вальці однакової ширини. Обидва вальці часто виконують приводними, що поліпшує якість укочення. Діаметри обох вальців таких котків однакові. Привід приводного вальця (вальців) здійснюється від гідро двигуна.

1.3 Тривальцеві дорожні котки

Тривальцеві двовісні котки виконують середнього й важкого типів. Діаметр задніх приводних вальців приблизно в 1,3...1,6 рази більше діаметра переднього й через них передається маса котка. Розподілене навантаження від задніх вальців у 2 рази більше навантаження від переднього вальця. Ущільнення матеріалу здійснюється, в основному, задніми вальцями. Задня вісь оснащена диференціалом, що дозволяє легко проходити по кривих малого радіуса без ушкодження покриття, що ущільнюється. Ширина переднього вальця така, що при русі котка його слід перекривається задніми вальцями на 100 мм із кожної сторони. Коток має високу поперечну стійкість. Таке розташування вальців сприяє зручному компонуванню окремих агрегатів, що полегшує доступ до них. Великий діаметр приводних вальців поліпшує якість укочення й дає можливість легко долати опори, що зустрічаються. Однак для забезпечення необхідної й однакової щільності шару по всій ширині дорожнього перерізу або покриття таким коткам потрібна більша кількість проходів, ніж коткам типу тандем.

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

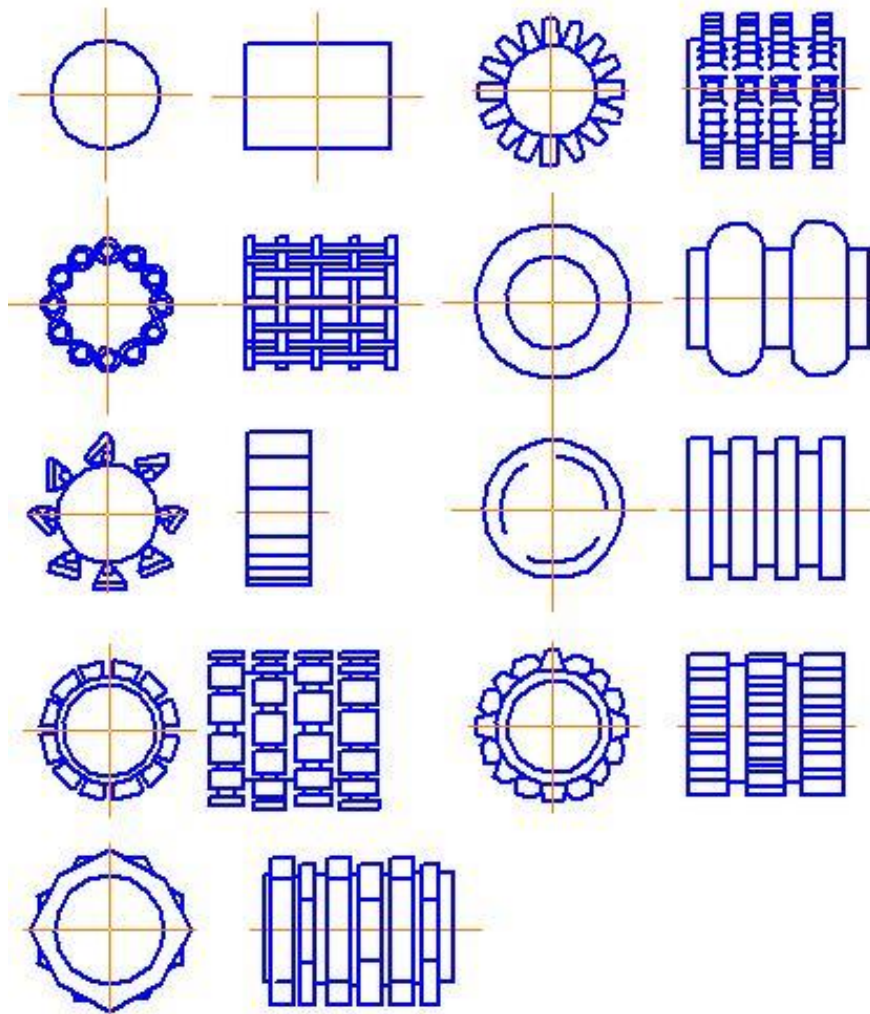


Рис. 1.2. Схеми робочих органів, що ущільнюють різновиди ґрунтів

Тривальцеві тривісні котки мають вальці однакової ширини й виконуються важкого (рідше середнього) типу. Найбільш поширеними є котки з усіма приводними вальцями. Один з ведених вальців (як правило - передній) вільно переміщається у вертикальній площині, що дозволяє при транспортному положенні копіювати профіль дороги, не завантажуючи раму. За необхідності, валець може бути зафіксований у певному положенні. Така конструкція забезпечує безхвильове укочення покриття й відповідний раціональний перерозподіл маси між вальцями. Приводний валець розташований на осі, що закріплена нерухомо в опорах рами. Ведені вальці розділені на дві однакові секції, що обертаються незалежно одна від іншої на загальній осі. У трансмісії котка

передбачений центральний реверсивний механізм, сполучений з муфтою зчеплення, який забезпечує плавне перемикання з переднього ходу на задній, незалежно від швидкості руху. Поворот ведених вальців здійснюється від гідроприводу.

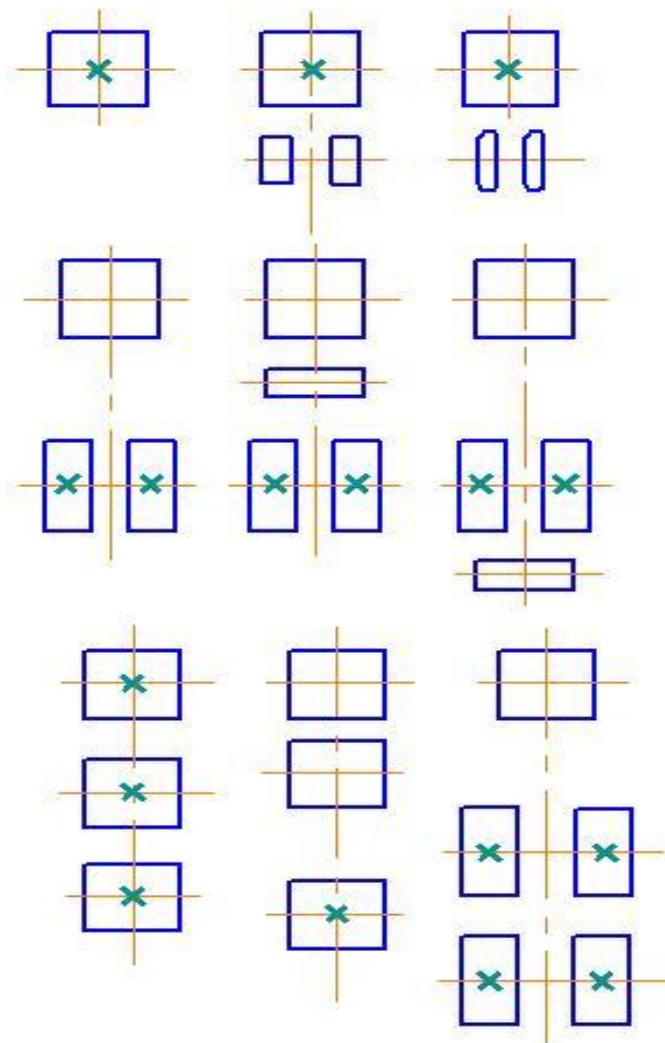


Рис. 1.3. Схеми розташування вальців самохідних котків із гладенькими вальцями (знаком X відзначені приводні вальці)

Котки мають пристосування для очищення й змочування вальців; тент, що захищає водія від сонячних променів і атмосферних опадів. Механізми керування (поворотом котка, реверсивним механізмом, перемиканням передач, гальмом, агрегатами двигуна) зосереджені на робочому місці водія. Ряд котків мають два роздільних сидіння. Всі механізми керування розташовані біля кожного сидіння,

причому однойменні механізми виконані з блокуванням для паралельної роботи з рідних робочих місць.

Існує велика кількість різновидів робочих органів котків для ущільнення усіх різновидів ґрунтів вони бувають з: гладенько-барабаним ущільнюючим елементом; кулачковим ущільнюючим елементом; ущільнюючим елементом з решітчастим колесом; ущільнюючим елементом на пневмо колесах; ущільнюючим елементом з плитками, шарнірно закріпленими на ободі колеса; дисковими ущільнюючими елементами; сегментними ущільнюючими елементами; компактними вальцями; валець з набором багатокутних дисків.

1.4 Вібраційні дорожні котки

Використовуються для ущільнення зв'язних і переважно незв'язних ґрунтів та виконання різноманітних широкомасштабних будівельних робіт, у т. ч. для ущільнення ґрунтових споруд автомобільних та залізничних доріг (їх нижньої та верхньої будови). Вони можуть бути додатково обладнані кулачковим бандажем і бульдозерним відвалом і призначені для пошарового ущільнення попередньо спланованих насипних ґрунтів і верхніх шарів ґрунтових споруд з різних будівельних матеріалів.

Конструктивні особливості:

- привод ходу на обидва вальці знижує зрушення матеріалу, що ущільнюється, і забезпечує кращу здатність до подолання підйомів;
- протектор пневмоколіс підвищеної прохідності;
- високий кліренс;
- комфортабельна кабіна з поліпшеною ергономікою панелі керування;
- підігрівач кабіни;
- шарнірно-з'єднана рама забезпечує високу маневреність;
- наявність гідропідсилювача полегшує поворот котка.

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

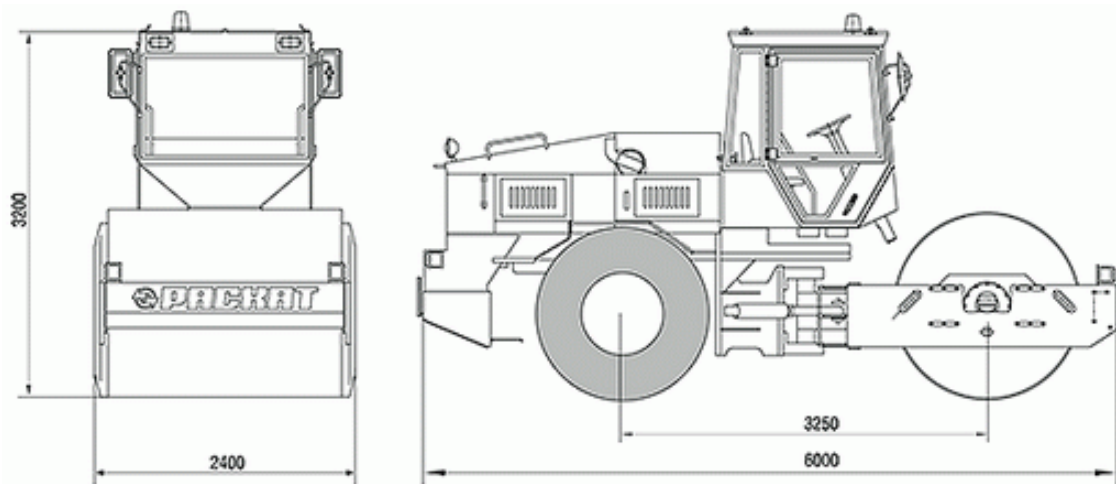


Рис.1.4. Вібраційна коток для ґрунту ДУ-85

1.5 Пневмоколісні дорожні котки

Такі машини широко використовуються для уочення нижньої будови доріг, гравію, асфальтобетону, стабілізованого ґрунту і т. ін. Спеціальні пневматичні шини впливають на шар ґрунту, що ущільнюється. Зволожена гума не ушкоджує ущільнювальний матеріал, а діапазон застосування збільшується за рахунок зміни навантаження на шини (збільшуючи або зменшуючи баласт котка) і зміни тиску в шинах. Оскільки шини чинять еластичний вплив, зміщуючи ущільнювальний матеріал у всіх напрямках, ущільнювальна поверхня стає плоскою й щільною, без тріщин. Строк експлуатації дорожнього покриття збільшується.

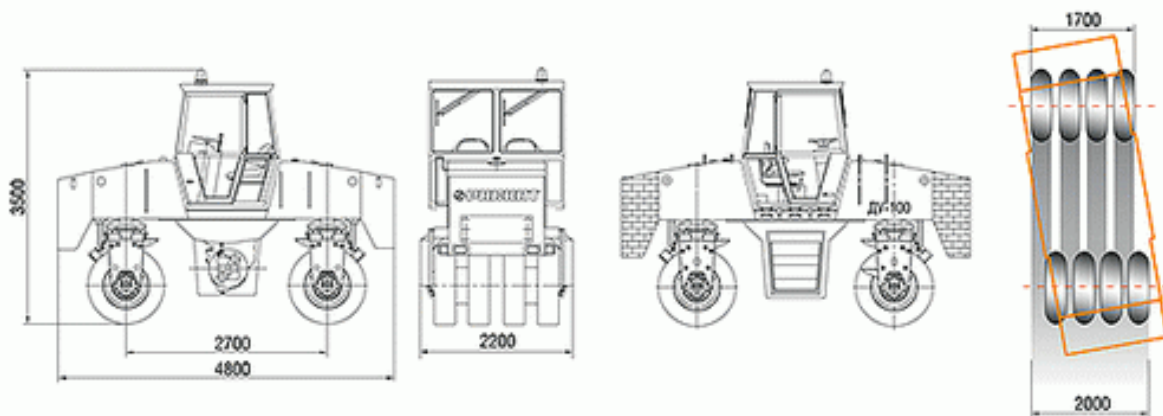


Рис.1.5. Пневмоколесний дорожній коток з робочими органами у вигляді пневматичних коліс ДУ-100

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1.6 Комбіновані дорожні котки

У комбінованих котків передній валець вібраційний, як у звичайного тандемного котка, а задній валець складається з коліс із безпротекторними шинами. Колеса комбінованих котків вигладжують поверхню матеріалу, що ущільнюється. Такі котки поєднують переваги тандемних і пневмоколісних котків і мають широкий спектр застосування.

Вони призначені для ущільнення основ з різних дорожньо-будівельних матеріалів і дорожніх покриттів.

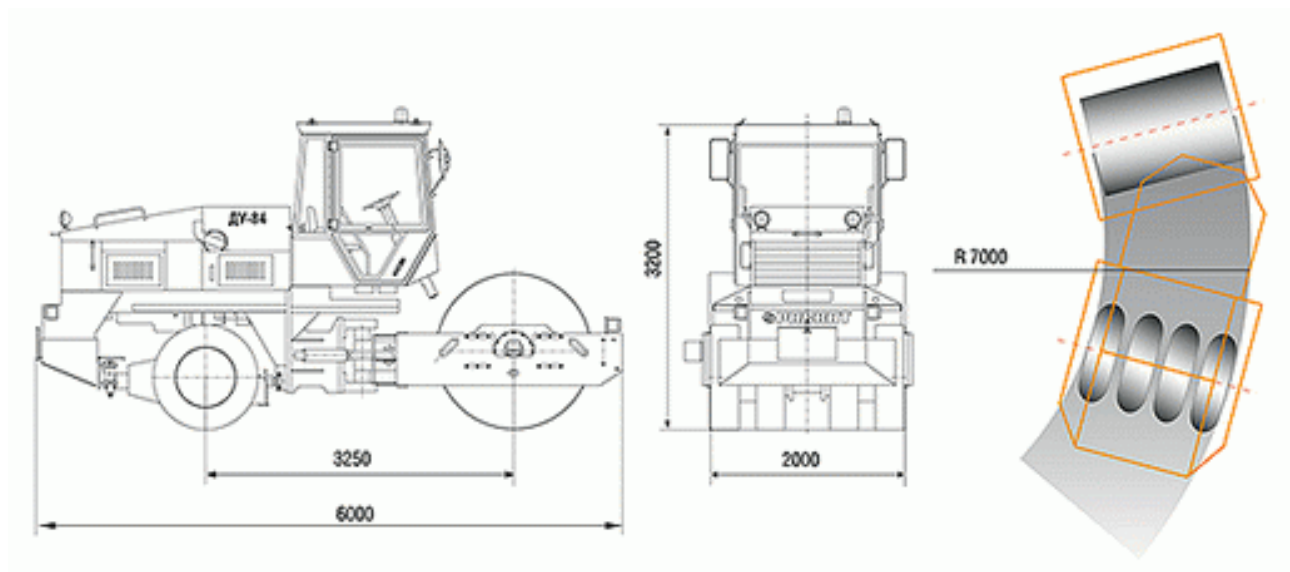


Рис 1.6. Вібраційний комбінований коток ДУ-84

Конструктивні особливості:

- привод ходу на обидва вальці знижує зрушення матеріалу, що ущільнюється, і забезпечує кращу здатність до подолання підйомів;
- два режими вібрації розширюють перелік матеріалів, що ефективно ущільнюються;
- конструкція котків забезпечує високу маневреність із проходом вальців «слід у слід»;
- комфортабельне робоче місце;
- обігрівач кабіни;
- режим зсуву вальців дозволяє роботу біля стін і бордюрів;

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

— **коток оснащений транспортними колесами для зручності монтажу силового модуля;**

— *застосування вискоелективних шумо-вібро-ізолюючих матеріалів забезпечує низький рівень шуму.*

1.7 Тандемні дорожні котки

Застосовуються для ущільнення асфальтобетонних сумішей на автомагістралях, вулицях, у промислових зонах при більших обсягах робіт можуть використатися для ущільнення земляного полотна й підстильних шарів дорожніх конструкцій.

Призначені для ущільнення покриттів з бітумно-мінеральних сумішей і основ з різних дорожньо-будівельних матеріалів при значних обсягах робіт на дорогах загального призначення й внутрішньогосподарських дорогах.

Конструктивні особливості:

— два режими вібрації розширюють коло матеріалів, що ефективно ущільнюються;

— привод ходу на обидва вальці знижує зрушення матеріалу, що ущільнюється, і забезпечує кращу здатність до подолання підйомів;

— два режими вібрації розширюють коло матеріалів, що ефективно ущільнюються.

— робота в режимі зсуву вальців дозволяє збільшити ширину полоси, що ущільнюється, і полегшує роботу біля стін і бордюрів;

— підвищена маневреність;

— комфортабельне робоче місце з панорамним оглядом;

— обігрівач кабіни;

— механізм обрізки крайки асфальтобетону;

— простота в обслуговуванні, легкий доступ до вузлів і агрегатів;

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

— зменшення й рівномірність усадки похованої маси відходів, поліпшення механічних властивостей ділянок, займаних полігонами, і умов їхньої рекультивації. Збільшення ступеня ущільнення й глибини пророблення ґрунтів для підвищення їхньої несучої здатності, зменшення пористості, стискальності, водопроникності земляних споруджень відкриває також широкі можливості використання машини РЕМ-25 для високоефективного ущільнення ґрунтів, гравійно-щебелевих сумішей і інших будматеріалів при будівництві промзон, аеродромів, гребель, дамб, портових споруджень, у дорожнім будівництві.

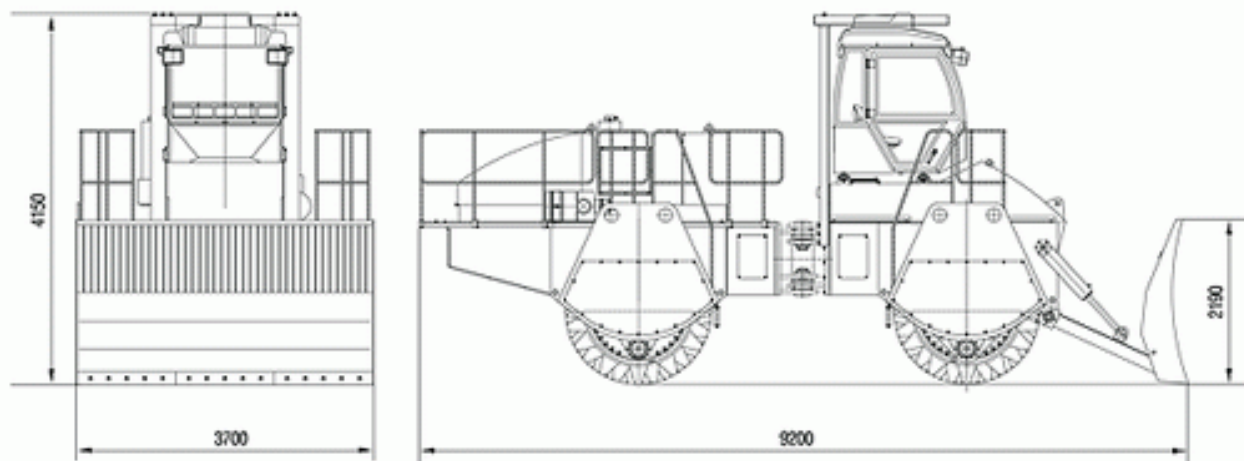


Рис.1.8. Ущільнювач РЕМ-25

1.9 Висновки по розділу

На сьогодні ущільнювальна техніка має ряд недоліків. Стосовно котків - одним з головних негативних моментів при роботі традиційних ущільнюючих засобів є їх циклічність, що потребує робити ущільнення матеріалу за кілька проходів.

Огляд і аналіз патентно-технічних рішень дозволив установити основні тенденції в розвитку ущільнювальної техніки, які зводяться до адаптації робочих органів до умов проведення робіт і скороченню числа проходів шляхом постановки робочого органу циклічної дії на базовій машині, що має безперервне поступальне переміщення. Одним з перспективних напрямків у

					ДІПТ. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

розробці машин зазначеного типу є котки з кінематичним порушенням коливань вальця, які створюють багаторазовий вплив на матеріал на ділянці кінцевої довжини зі створенням в матеріалі, що ущільнюється, складного напруженого стану, який відповідає ефективному ущільненню.

Аналіз досліджень в області вивчення процесів статичного, вібраційного й комбінованого методів ущільнення дорожньо-будівельних матеріалів показує, що існуючі методи визначення параметрів справедливі для розрахунку устаткування традиційного типу при статичному, ударному й вібраційному впливах на матеріал. Використати ці методи для розрахунку машин з комбінованим впливом на середовище не можна. Необхідно провести дослідження з уточнення методів розрахунку й розробити методику розрахунку параметрів машин з комбінованим впливом на середовище, що є актуальним завданням. Базові методи ущільнення в основному себе вичерпали й насамперед відносно продуктивності й зараз необхідне сполучення найбільш ефективних методів традиційного типу з метою подальшої інтенсифікації процесу ущільнення.

					ДІПТ. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОТКІВ І ЇХ РОБРЧИХ ОРГАНІВ

2.1 Технічні характеристики дорожніх котків

Фірма Bomag, що на даний момент є лідером за обсягами продажів у Європі, була заснована в 1957 році в м. Боппард (Німеччина). Компанія пропонує на ринку як легкі (масою від 500 до 4200 кг), так і важкі (від 8300 до 13.200 кг) тандемні котки й котки з системою Asphalt Manager. Модельний ряд котків фірми Bomag включає:

- асфальтові тандемні дорожні котки масою 500...13.200 кг — 15 моделей;
- асфальтові комбіновані котки - 7 моделей;
- пневмоколісні котки масою 8...27 т — 3 моделі;
- ґрунтові дорожні котки — 17 моделей.

Кабіну котка Bomag легко впізнати за двома кермовими колесами. Платформа з кріслом і консолями керування переміщається від одного кермового колеса до іншого.

Компанією Bomag розроблена автоматична система ущільнення й контролю ущільнення Asphalt Manager («Асфальт-менеджер»), що поки не має аналогів у світі. Система вимірює й контролює укладання асфальтобетону, застосовуючи при цьому новий метод виміру твердості, результати вимірів виводяться на друк. При оснащенні котка системою «Асфальт-менеджер» приладову панель обладнують додатковим пультом із РК-монітором, на який виводиться інформація про параметри ущільнення. Є й GPS-система Vogan Compaction Management, що дозволяє спостерігати за роботою котка на карті місцевості у реальному часі з відображенням результатів ущільнення на навколишніх робочих ділянках, що дозволяє операторові переходити на недоущільнені ділянки. Основні характеристики наведені у таблиці 2.1.

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічні характеристики дорожніх катків

Віброкотки тандемні малогабаритні					
Модель	Експлуатаційна маса, кг	Потужність двигуна, кВт/к.с	Ном. амплітуда коливань вальця, мм	Частота коливань. Гц	Відцентрова сила вібратора, кН
1	2	3	4	5	6
“Розкат”, RV-1.5-DD	1500	14,0/18	0,3	55	12
Ammann, AV-16-2	1575	14,9/20,3	0,5	61/67	13/16
Дунарас, СС 800	1575	17/23,5	0,4	70	17
Hamm, HD10CW	1575	15,7/21,4	0,5	62	26
Volvo, DD 14S	1545	12,6/17,1	0,37	66,7	15,57
Віброкотки тандемні крупно габаритні					
“Розкат”, ДУ-96	7200	47,8/65	0,54/0,3	40/50	57/44
Ammann, AV70X	7100	60/81,6	0,62/0,3	48/63	85/78
Дунарас, CG 223 HF	7500	65/88	0,7/0,2	54/67	89/39
Hamm, HD 70	7265	60,0/81,6	0,62/0,35	48/58	76/62
Volvo, DD 70	6735	60/81,6	0,27/0,54	50	40/80
Котки ґрунтові					
“Розкат”, ДУ-85	13000	103/140	1,8/0,8	24/40	150/100
Ammann, ASC110PD	12695	116/158	1,85/1,15	32/35	277/206
Дунарас, CA260PD	12700	112/150	1,6/0,8	33/33	300/145
Hamm, 3412P	12300	98/1333	1,87/0,88	30/40	256/215
Volvo, SD122F	12875	119/161,8	2,03/1,31	20,4/33,8	293/284
Котки комбіновані					
“Розкат”, ДУ-Є7	7000	47,8/65	0,54/0,3	40/50	57/44

					ДІТ. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
Ammann, ASC110PD	8500	63/86	0,6/0,26	40/50	68/45
Дунарас, CA260PD	7350	60/81,6	0,7/0,2	50/61	84/38
Намм, 3412P	6970	60/81,6	0,62/0,35	48/58	76/62

Котки статичні

Модель	Маса, кг	Кількість вісей вальців	Потужність двигуна кВт/к.с.	Ширина й діаметр вальця, мм	Ширина щільнення
“Розкат”, PEM-25	25000	2×2	220/300	2400×1600	2400
Дунарас, CS142	11000	2×3	73/98	570?1500/ 1060?1500	2100
Намм, HW90Y/12	16000	2	72,8	1250×1550	2020

2.2 Вагова характеристика

У теперішній час за основну характеристику котка приймають його найбільшу вагу. Однак не тільки вага характеризує коток як ущільнюючу машину, тому що на котках однакової ваги може бути застосована різна кількість коліс із відповідним розміром шин. Це положення підтверджується даними таблиці 2.2.

З таблиці 2.2 видно, що котки однієї вагової категорії мають приблизно однакову ширину укочення але різне число коліс і розмір шин. Отже, і ущільнюючі властивості котків однієї ваги різні, тому що глибина й ступінь ущільнення залежать від розміру й типу шини, чим визначається діапазон і тиск повітря у шині. **Таким чином, доцільніше характеризувати коток не за найбільшою загальною вагою, а за максимальним навантаженням на колесо й числом коліс.** Добуток цих

										ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
											6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

параметрів дасть загальну вагу котка й дозволить у першому наближенні порівнювати різні конструкції котків.

Таблиця 2.2

Вагова характеристика пневмоколісних котків

Фірма або завод-виробник	Модель	Найбільша маса, т	Число коліс	Позначення шин	Ширина укочення, м
Хабер.....	P-1133	30	11	9,00-20	2,36
Шейд.....	33	30	7	13,00-24	2,27
Сакаї.....	TR-4213	26	11	9,00-20	2,40
Альберэ..	изопактор	25	9	11,00-20	2,30
Орловський з-д	Д-627	16	7	12,00-20	1,70
Ришель.....	С-782	15	7	10,00-20	1,72
Эвелинг-Бафорд....	PTR-30	15	9	7,50-15	1,70

Досконалість конструкцій з погляду використання металу характеризується співвідношенням найбільшої ваги котка з баластом до ваги котка без баласту, тобто до ваги металоконструкції ($\frac{G}{G_M}$). Правильно скомпонований коток має найбільше значення цього співвідношення. У таблиці 2.3 показана статистична залежність $\frac{G}{G_M}$ від потужності двигуна. Із таблиці 2.3 видно, що це відношення практично не залежить від потужності двигуна й у середньому для котків, що випускають у США, може бути прийнято рівним трьом, а для котків із Франції, Японії й ФРН - двом.

Таким чином, котки, виготовлені у США, більш досконалі з погляду використання металу, тобто при порівняно малій вазі металоконструкції досягається велика вага котка з баластом.

Вагові характеристики деяких котків, що мають найбільші значення співвідношення ($\frac{G}{G_M}$), поміщені у таблиці 2.3.

Таблиця найбільшого значення відношення ($\frac{G}{G_M}$)

Форма	Модель	Потужність двигуна, кВт	Маса котка, т		Відношення $\frac{G}{G_M}$
			без баласту G_M	з баластом G	
Грес	з	74,5	7,55	29,4	3,9
Бросс	54-3	37,5	2,70	10,0	3,7
Ингрем	912	46,5	5,30	11,0	3,6
Броунинг	18Т-7	98,5	9,10	31,8	3,5
Темпо	312	54,5	2,80	9,6	3,4

2.3 Ширина ущільнювальної полоси, і число коліс

В існуючих конструкціях самохідних котків на пневматичних шинах ширина ущільнювальної полоси становить 1,7...2,5 м. Ймовірно, що такий діапазон зміни цієї величини пов'язаний із застосуванням котків на будівництві доріг різних категорій.

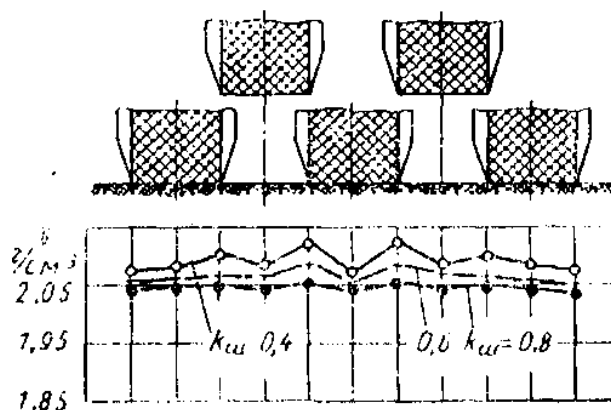


Рис. 2.1. Розподіл щільності під колесами із шинами 14,00–20 при різних значеннях коефіцієнта відстані між шинами

Автомобільні дороги поділяються на п'ять категорій. Ширина проїзної частини B_n (покриття) для цих категорій може бути 4,5; 6; 7; 7,5 м, а ширина земляного полотна B_0 — 8; 10; 12; 15; 27,5 і більше метрів.

Зв'язок між шириною ущільнювальної полоси та земляного полотна або покриття виражається формулою (2.1) й зображено на рисунку 2.2.

$$\begin{aligned} B_n &= B_y \cdot n - b \cdot (n-1) \\ B_o &= B_y \cdot n - b \cdot (n-1) \end{aligned} \quad (2.1)$$

де, B_n — ширина покриття;

B_o — ширина основи;

B_y — ширина смуги, що укочується;

n — число смуг основи покриття, що ущільнюється;

b — ширина перекриття при укоченні суміжних смуг.

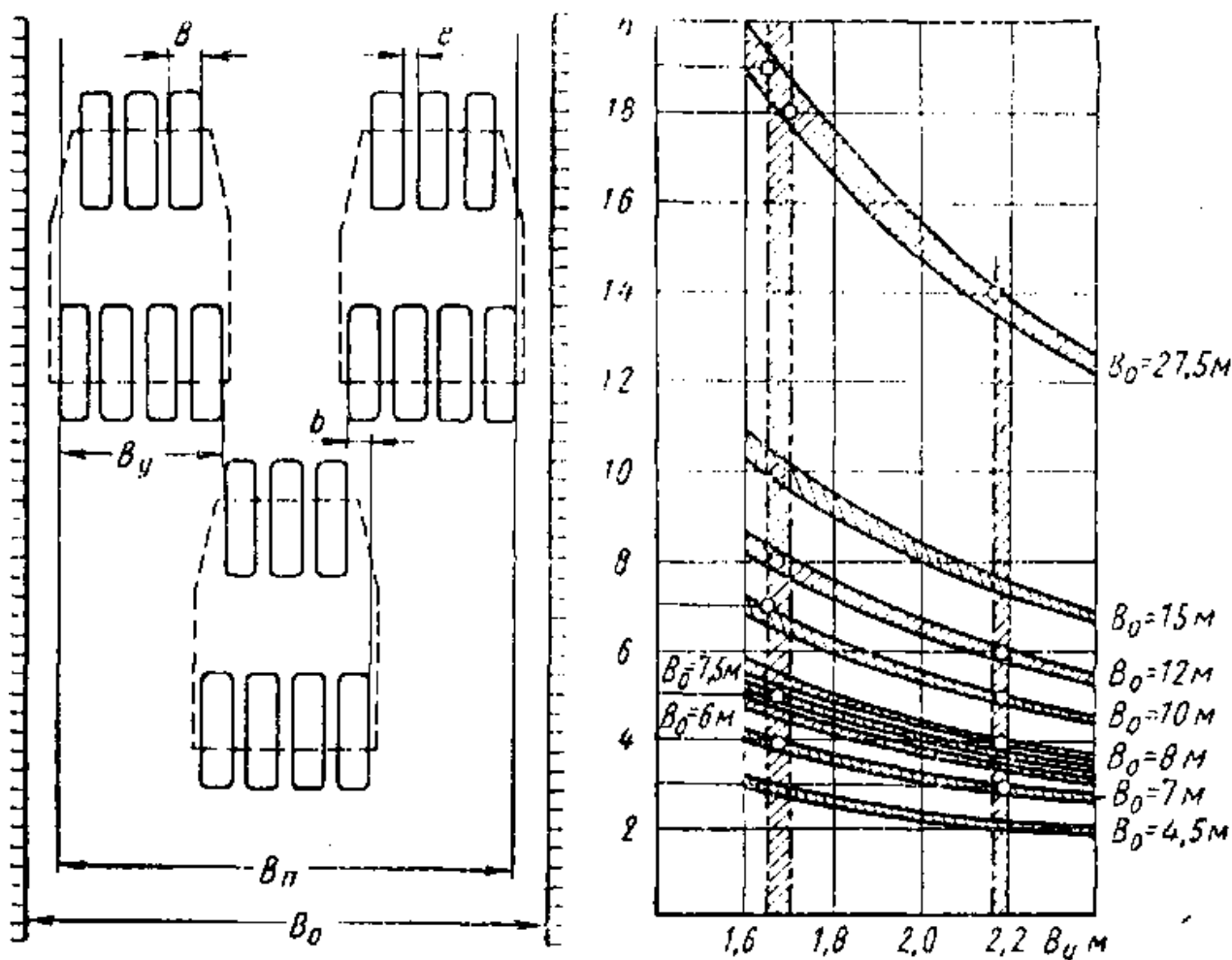


Рис 2.2. Схема розташування котків при укоченні покриття, та графік залежності числа смуг від ширини укочення смуги, що для різних значень ширини земляного полотна й покриття

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Користуючись формулою, визначимо таку ширину смуги укочення, щоб при перекритті $b = 0,15...0,25$ м було ціле число смуг проїзної частини земляного полотна, що ущільнюються. Для цього побудований графік залежності числа смуг від ширини укочення смуги при значеннях ширини земляного полотна й покриття, що відповідають прийнятним категоріям доріг. На цьому графіку заштриховані області між кривими відповідають перекриттю $b = 0,15...0...0,25$ м. причому нижні криві відповідають $b = 0,15$ м, верхні $b = 0,25$ м. Із графіка видно, що при ширині ущільнення смуги $B_y = 1,65...1...1,7$ м число смуг для покриття 4,5; 6; 7,5 м відповідно дорівнює 3, 4 і 5. Для $B_n = 7$ м число смуг дорівнює 5, при цьому перекриття трохи більше 0,25 м. Напевно з формули (2.1) воно становить 0,31 м.

Із графіка видно, що котки із шириною $B_v = 1,65...1...1,7$ м можуть застосовуватися й для укочення земляного полотна шириною $B_o = 10; 12; 15; 27,5$ м і при цьому число смуг відповідно дорівнює 7; 8; 10 і 18 - 19. Але, мабуть, що для земляного полотна економічно доцільні котки з більшою величиною B_v .

Із графіка видно, що найбільш прийнятною значення величини B_y , що відповідає ширині земляного полотна, становить 8; 10; 12 і 27,5 м.

При цілому числі смуг, є значення $B_y = 2,17...2...2,2$ м. Для земляного полотна $B_o = 15$ м і $B_y = 2,17$ м перекриття становлять приблизно 0,34 м.

Викладене дозволяє зробити **висновок** про те, що для котків, призначених для ущільнення покриттів, оптимальна ширина смуги укочення становить $B_y = 1,65...1...1,7$ м при ширині ущільнення земляного полотна $B_y = 2,17...2.. 2,2$ м. При збільшенні цих значень число смуг у більшості випадків залишається тим же, а перекриття збільшиться, що може призвести до нерівномірного ущільнення всієї ущільнювальної зони та до невиправданого збільшення габариту котка по ширині.

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4 Технічні характеристики причіпних котків

Причіпний кулачковий коток Д-130, що випускається Кременчуцьким заводом, призначений для пошарового ущільнення насипних ґрунтів на глибину 0,25...0,35 м.

Основними недоліками котка Д-130 є малий питомий тиск на ґрунт, мала глибина ущільнення, необхідність великої кількості проходів (6 - 10) по одному сліду для одержання необхідної щільності й невдала форма кулачків. Така форма кулачків призводить до сколювання верхньої частини шару ґрунту і його розпушенню при виході кулачків із ґрунту.

Котки, Д-130 мають ще ряд істотних конструктивних недоліків, до яких, у першу чергу необхідно віднести наступні:

- обрив і деформація дишла рами, що відбуваються при перекиданні котка;
- недостатня твердість рами;
- обрив очисних зубів і кулачків.

Модернізований кулачковий коток Д-130 має більш жорстку раму й форму кулачка, що забезпечує йому плавний вхід у ґрунт і вихід із нього.

При ущільненні насипів на більших площах кулачкові котки Д-130 працювали за круговою схемою по одному або двох котках у зчепленні із трактором Т-80.

Середня продуктивність одного котка Д-130 у зчепленні із трактором Т-80 становить 80...100 м³/год.

На всіх вузьких насипах, у тому числі й на залізничних, єдино раціональною схемою руху котка є човникова. Недоліком цієї схеми є необхідність перепричеплення трактора, що знижує продуктивність котка й вимагає додатково одного робітника-зчіплювача.

Необхідність в ущільненні шарів ґрунту товщиною 0,5...0,8 м, що відсипаються потужними землевозними засобами, призвела до створення важкого причіпного кулачкового котка Д-220.

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коток Д-220 складається із двох порожніх барабанів, зварених з листового заліза товщиною 16 мм, насаджених на одну загальну вісь і має незалежне обертання. На барабанах за допомогою болтів кріпляться бандажі зі штабового заліза із привареними до них кулачками. Бандаж складається із трьох секцій з п'ятьма кулачками на кожній. Кулачки литі, висотою 400 мм, шестикутного перетину із профілем, окресленим дугою кола.

До осі котка, зробленої із круглого прокату, підвішена прямокутна рама коробчастого перетину. До кожної з поперечних балок рами прикріплюється дишель із сергою для зчеплення з одним трактором, а для зчеплення із двома тракторами по краях поперечних балок приварені кронштейни з отворами для пальців, що закріплюють троси.

Із внутрішньої сторони до поперечних балок рами за допомогою болтів і гайок кріпляться гребні для очищення кулачків від ґрунту. Технічні характеристики дорожніх котків наведені у таблиці 2.4.

У результаті проведених випробувань отримані дані, що характеризують величину й зміну тягового зусилля залежно від числа проходів котків при ущільненні різних ґрунтів.

Із таблиці 2.5 видно, що тягове зусилля зменшується зі збільшенням числа проходів котків по ущільнювальній полосі внаслідок зменшення глибини занурення кулачків по мірі ущільнення ґрунту. Так, у важкому суглинку при зменшенні глибини занурення кулачків на 7% тягове зусилля зменшується приблизно на 25%.

Величина тягового зусилля, потрібного для переміщення котків, що залежить від ущільнювального ґрунту, наведена у таблиці 2.5.

Середнє тягове зусилля при першому проході котка на насипу з важкого суглинку на 45% вище, ніж на піщаному насипі, а найбільше зусилля, що виникає при рушанні котка з місця, вище на 41%.

					ДІТ. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічна характеристика причіпних котків

Ваги котка, кг:	Д-130	Д-220
без баласту з вісьма бандажами	3200	12700
те ж із шістнадцятьма бандажами	—	15798
з баластом з вісьма бандажами	5000	28300
те ж із шістнадцятьма бандажами	—	31400
вага бандажа у зборі, кг	75	
вага однієї секції, кг	37,5	—
Питомий тиск, кг/см ²		
без баласту з вісьма бандажами	40	48
те ж із шістнадцятьма бандажами	—	30
з баластом і вісьма бандажами	60	107
те ж із шістнадцятьма бандажами	—	59
Барабани:		
кількість, шт.	1,2 на одній осі	
ширина барабана, мм	1300	1400
діаметр барабана без кулачків, мм	1250	2400
діаметр барабана з кулачками, мм	1624	3220
ширина смуги ущільнення, мм	1300	2830
Бандажі з кулачками:		
найбільше число бандажів, шт.	8	16
число секцій рознімання, шт.	2	3
кількість кулачків 1 секції, шт.	8	5
висота кулачка, мм	175	400
опорна поверхня 1 кулачка, см ²	20	66
Габаритні розміри у робочому положенні, мм:		
довжина (з дишлем для Д-220)	3300	6480
ширина	1630	3200
висота	1624	3220
Габаритні розміри у транспортному положенні, мм:		
довжина	3300	5945
ширина	1630	3200
висота	1624	2400

При збільшенні маси котка з 12700 кг до 28300 кг (в 2,2 рази) середнє тягове зусилля збільшиться з 5750 кг до 12000 кг (у 2,1 рази) а найбільше тягове зусилля

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

при зрушені з місця збільшиться у 2 рази. Звідси слідує, що тягове зусилля збільшиться пропорційно масі котка.

Таблиця 2.5

Характеристика тягових зусиль причіпних котків

Грунт	Маса котка, кг	Відносний тиск кулачка на ґрунт, кг/см ²	№ проходів	Глибина занурення кулачка, см	Середнє тягове зусилля, кг	Тягове зусилля при рушанні з місця, кг	Тягове зусилля при повороті, кг	Примітка
Пісок	12700 (8 рядів бандажів)	48	1 2 7 20	40 39 38 37	4000 3950 3750 3500	6000	4750	Без завантаження баластом, радіус повороту R=16 м
Суміш піску з глиною	28300 (8 рядів бандажів)	107	1 2 5 8 15	40 39 38,5 38 37	10000 9500 8700 8000 7500	12000 13000 15000 12000 12000		Із завантаженням баластом
Тяжкий суглинок з глиною	12700 (8 рядів бандажів)	48	1 4 10 20	39 36 35 33	5750 5500 5000 4500	8500 8000 7000 7000		Без завантаженням баластом
Те саме	28300 (8 рядів бандажів)	107	1 3 5 11 17 21	40 39 39 38 38 37	12000 11500 11250 10600 10000 9500	16500 16600 16000 18000 17600 16000		З завантаженням баластом
Цілина	28300 (8 рядів бандажів)	107		27			16900	З завантаженням баластом, радіус повороту R=30 м
ґрунтова дорога	11400 без бандажів				700			
Піщана насип	11400 без бандажів				2100			

3 СИНТЕЗ ЕЛЕМЕНТІВ І РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ РОБОЧИХ ОРГАНІВ КОТКІВ

3.1 Гладенько барабанні ущільнюючі елементи

Двовальцеві котки (тандем) мають вальці однакової ширини й бувають легкі, середнього й важкого типів (рис 3.1). Один з вальців є керованим, може повертатися навколо вертикальної осі.

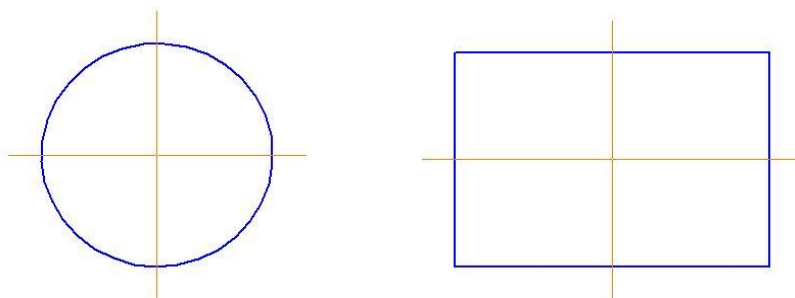


Рис. 3.1. Гладенько барабанні ущільнюючі елементи

Валець складається із двох однакових секцій, встановлених на загальній осі. Секції мають можливість вільно обертатися навколо осі, що полегшує поворот котка й запобігає зрушенню ущільнювального матеріалу. У зв'язку з необхідністю повороту ширина вальця не може бути більше 1300 мм, інакше на поверхні покриття з'являться дефекти. Підвіска переднього керованого вальця забезпечує поперечний нахил його у вертикальній площині на кут до $30...35^\circ$ при наїздах однією стороною на перешкоди.

Двовальцеві двовісні котки мають вальці однакової ширини. Обидва вальці часто виконують ведучими, що поліпшує якість укочення. Діаметри обох вальців таких котків однакові. Привід приводного вальця (вальців) здійснюється від гідро двигуна.

3.2 Кулачкові ущільнюючі елементи

Кулачкові котки мають кулачкові вальці (рис. 3.2). Останні являють собою гладенький циліндричний барабан, на поверхні якого у кілька рядів укріплені

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виступи (кулачки). Напруження на поверхні контакту кулачків із ґрунтом у кілька разів більші, ніж напруження на поверхні контакту з котком із гладенькими вальцями. Тому кулачкові котки ефективні тільки при ущільненні зв'язних ґрунтів, переважно грудкуватих. На незв'язних ґрунтах внаслідок високих напружень ґрунт інтенсивно переміщається з-під кулачків у сторони й нагору. При роботі кулачки вриваються у ґрунт на значну глибину. Ущільнюється ґрунт, що розташований нижче площини занурення кулачків, а верхня частина ґрунту при цьому розпушується. Це верхня частина шару може бути ущільнена лише після відсипання поверх неї нового шару ґрунту.

Через інтенсивне ущільнення нижньої частини шару заглиблення кулачків у міру збільшення числа проходів поступово зменшується. При кулачкових котках легкого й середнього типів товщина верхньої не ущільненої частини шару порівняно невелика й становить 40 - 60 мм. По тиску кулачкові котки розділяють на легкі ($p = 0,4 \dots 2$ МПа); середні ($p = 2,4 \dots 4$ МПа); важкі ($p = 4 \dots 10$ МПа). При більшому й меншому тиску ефект ущільнення знижується. Для ґрунтів оптимальної вологості рекомендують наступні значення тисків: для легких і середніх суглинків (у тому числі й пілуватих) 0,7...1,5 МПа, для середніх і важких суглинків 1,5...4 МПа; для важких суглинків і глинистих ґрунтів (у тому числі пілуватих) – 4...6 МПа.

Кулачки бувають симетричної й асиметричної форми. Вальці кулачкового типу в ряді випадків працюють із вібрацією. Під дією власної ваги котка й збурюючої сили віброзбуджувача кулачки проникають у ґрунт, а на опорних базових поверхнях виникає високий тиск. При ущільненні коченням валець поринає у ґрунт до поверхні обода. З підвищенням щільності збільшується несуча здатність ґрунту, і валець піднімається нагору. На відміну від гладеньких вальців у цьому випадку ущільнення відбувається знизу нагору. Рух кулачків крізь верхні шари ґрунту здійснює додаткову розпушувальну дію. Це дозволяє використати кулачкові вальці для ущільнення як мало зв'язних, так і досить зв'язних ґрунтів. Однак при цьому верхній шар ґрунту залишається не ущільненим. Його

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ущільнюють при наступному засипанні й при залишковому ущільненні за допомогою котків із гладенькими вальцями або котків на пневматичних шинах.

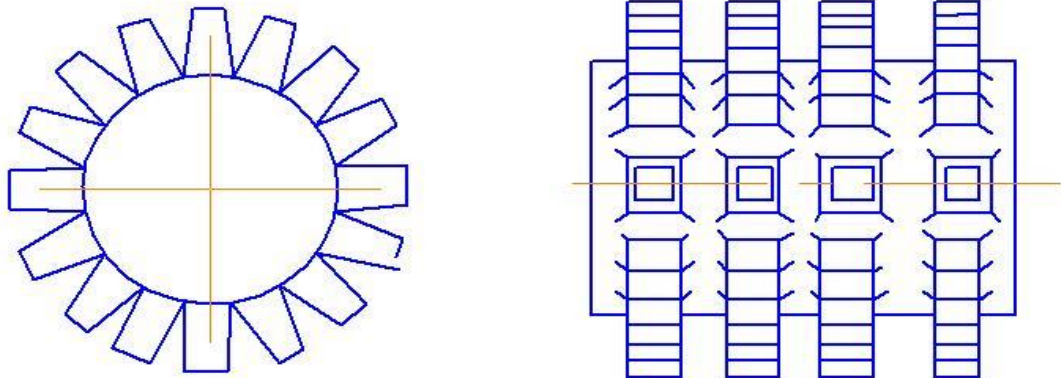


Рис. 3.2. Кулачковий ущільнюючий елемент

3.3 Ущільнюючі елементи з решітчастими колесами

Котки з решітчастими вальцями (рис. 3.3) мають опорну поверхню у вигляді ґрат. Остання складається з переплетених прутів профільної сталі або ж з окремих сегментів листової сталі.

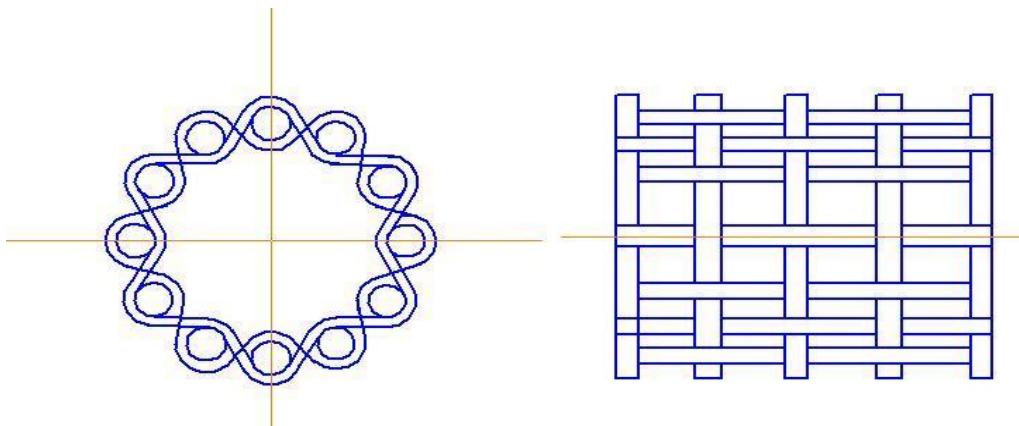


Рис. 3.3. Ущільнюючий елемент з решітчастими колесами

У процесі укочування здійснюється також поширення впливу котка на ґрунт. Невелика базова поверхня ґрат забезпечує високий контактний тиск. Це викликає роздрібнення верхніх шарів матеріалу. Ґрати мають квадратні отвори зі сторонами квадрата 150 або 200 мм. Маса котка з баластом становить 15...30 т. Коток може ущільнювати ґрунт шарами товщиною до 400 мм. Ці котки бувають

самохідними. Гратчасті котки застосовують при ущільненні різноманітних ґрунтів (пісків, суглинків і глини), у тому числі й ґрунтів із включеннями валунів розміром до 400...500 мм. Широко застосовують ці котки при ущільненні ґрунтів у зимових умовах із включеннями мерзлих часток розміром до 600 мм. Продуктивність гратчастого котка на 20...30 % вище, ніж у котків на пневматичних шинах такої ж маси.

3.4 Ущільнюючі елементи на пневмо колесах

Котки на пневматичних шинах (рис. 3.4) оснащують пневматичними колесами із гладенькою або профільованою робочою поверхнею.

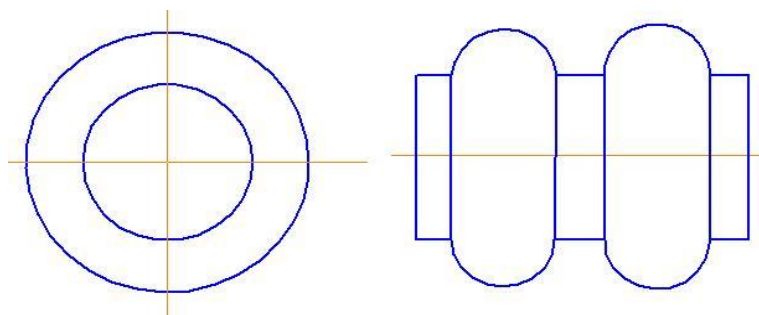


Рис. 3.4. Ущільнюючий елемент на пневмо колесах

Крім статичного ефекту ущільнення, що є результатом впливу власної ваги котка внаслідок пружної деформації пневматичних шин, виникає зсувний ефект ущільнення, що сприяє видаленню рідини й повітря з ґрунту, що ущільнюється. Для зміни контактної тиску пневматичних шин на ущільнювальний матеріал, залежно від цього матеріалу, змінюють розмір контактної поверхні шини шляхом зміни тиску повітря в шині. Котки на пневматичних шинах ефективно ущільнюють незв'язні, легко зв'язані, а також зв'язні ґрунти з оптимальним вмістом води. Пневмокотки із гладенькою робочою поверхнею використовують для ущільнення асфальтобетонних і бітумінозних сумішей. Причіпні котки на пневматичних шинах призначені для ущільнення ґрунтів аеродромів. Їхня маса досягає 100, 120 т, а в окремих випадках і 200 т. Найбільше поширення одержали котки масою 20 - 25 і 40 - 50 т. Оптимальна товщина шарів, що ущільнюють, для

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

таких котків більше, ніж при ущільненні гладенькими й кулачковими котками. Крім того, для доведення ґрунтів до однієї й тієї ж щільності потрібне менше число проходів, що підвищує продуктивність котків.

Найбільше поширення одержали котки з незалежною підвіскою окремих коліс, що забезпечує рівномірне ущільнення ґрунту, а при нерівній поверхні захищає шини від перевантаження. Вісь кожного колеса жорстко пов'язана з баластовим контейнером, передня частина якого шарнірно підвішена до траверси рами машини. Коток складається з наступних основних вузлів: рами, силової установки, трансмісії, задніх приводних мостів, керованого моста, рульового керування, системи регулювання тиску повітря в шинах, гальм, гідросистеми, зволожувального пристрою, електроустаткування, а також бункера для баласту. Керований передній міст має три колеса, розташованих у шаховому порядку відносно ведучих коліс. Рульове керування механічне з гідро підсилювачем. Одне кермове колесо перебуває в кабіні, друге на відкритій площадці праворуч від кабіни. Система регулювання тиску дозволяє з кабіни водія змінювати тиск повітря в шинах під час роботи котка. Зниження тиску в шинах призводить до зменшення тиску шин на ґрунт і поліпшує прохідність котка по пухкому ґрунті.

3.5 Ущільнюючі елементи з плитками, шарнірно з'єднаними з ободом колеса

Котки із плитками обладнані вальцями, що представляють собою циліндричний барабан невеликої ширини, на поверхні якого розташовані плитки по всій його ширині (рис. 3.5). Ці вальці через плитки впливають на матеріали із зусиллям, спрямованим вертикально до поверхні матеріалу, що ущільнюється, і при цьому горизонтальних зсувів матеріалу, що укладається, не відбувається. Котки із плитками, шарнірно приєднаними до ободу колеса, призначені для ущільнення легко зв'язних і сипких ґрунтів.

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

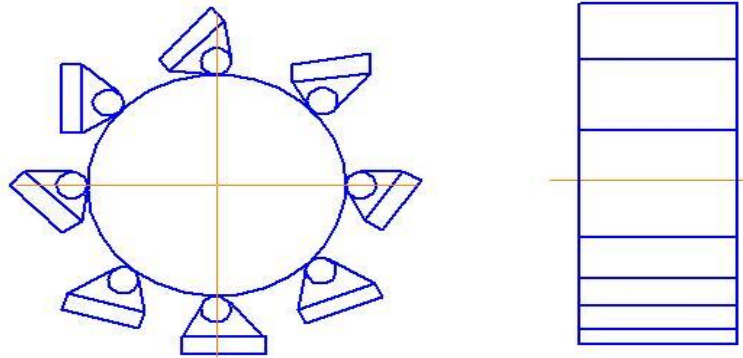


Рис. 3.5. Ущільнюючий елемент з плитками, шарнірно з'єднаними з ободом колеса

3.6 Дискові ущільнюючі елементи

Котки з дисковими вальцями (рис. 3.6) обладнані вальцями, що складаються з дисків різного діаметра, установлених на одній осі. До початку ущільнення валець поринає в ущільнювальний матеріал, так, що всі диски перебувають у контакті з матеріалом. Зі збільшенням ступеня ущільнення валець піднімається нагору й з матеріалом контактують тільки диски з більшим діаметром. Це збільшує контактний тиск. Дискові вальці застосовують для ущільнення незв'язних і легко зв'язаних ґрунтів.

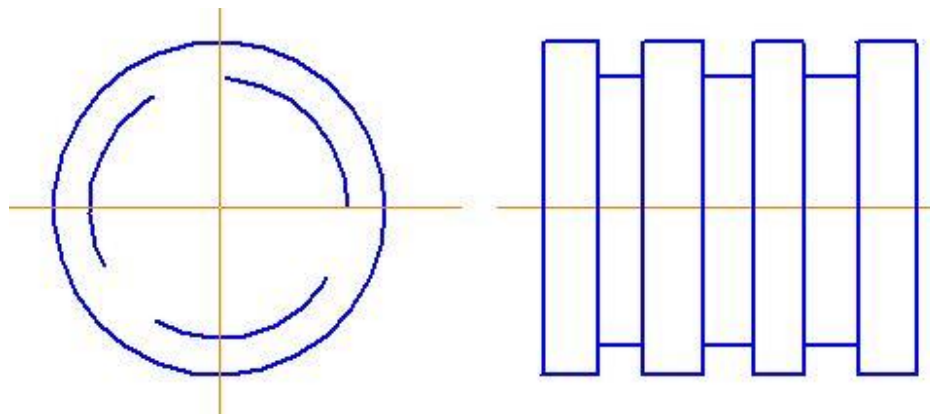


Рис.3.6. Дисковий ущільнюючий елемент

3.7 Сегментні ущільнюючі елементи

Котки з сегментними вальцями (рис. 3.7) обладнані гладенькими барабанами, на ободі яких є сегменти. Валець, що укочує ґрунт, поринає в ґрунт

по обод барабана. Потім він піднімається наверх, до поверхні ґрунту прилягають тільки плити, і контактний тиск збільшується. Сегментні вальці застосовують для ущільнення таких же матеріалів, що й дискові вальці.

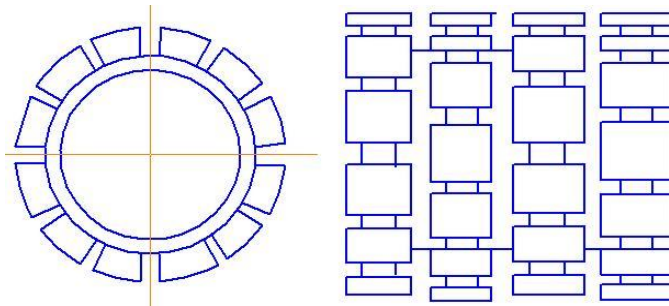


Рис 3.7. Сегментний ущільнюючий елемент

3.8 Ущільнюючі компакторні вальці

Котки компакторного типу мають вальці (рис. 3.8) представляють собою циліндричний барабан, на поверхні якого в кілька рядів приварені кулачки симетричної форми.

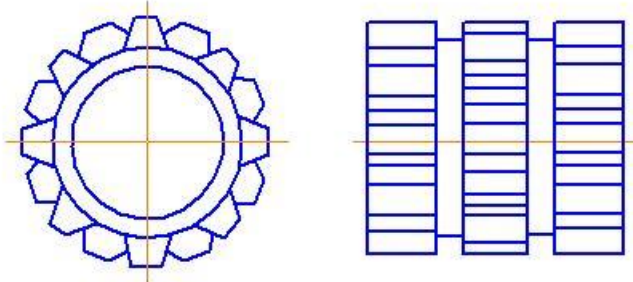


Рис.3.8. Ущільнюючий компакторний валець

Порівняно з кулачковими вальцями, на які схожі компакторні по своїй конструкції, останні мають меншу ширину й менше число рядів з кулачками. Ущільнення відбувається під дією сили ваги котка, а також у результаті впливу кулачків. Крім того, завдяки тому, що останні вриваються в ущільнювальний матеріал з великою швидкістю, виникає динамічний вплив на матеріал (ударні навантаження). Тому для таких котків вібро збудувачі не потрібні. Високі робочі швидкості компакторних котків обумовлюють їхнє застосування при ущільненні більших площ ґрунту, а також для ущільнення сміттєзвалищ.

					ДІПТ. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

3.9 Валець з набором багатокутних дисків

Котки з багатокутних дисків (рис. 3.9) набирають із елементів, розташованих на одній осі один за іншим або зміщених один щодо іншого. Диски передають ґрунту стискаючі і зминаючі зусилля. Виникають додаткові ударні навантаження на матеріал, що є результатом високих робочих швидкостей (до 40 км/год.). Краї багатокутних дисків швидко зношуються, але їх легко замінити. Спеціальні вальці застосовують аналогічно компакторним вальцям.

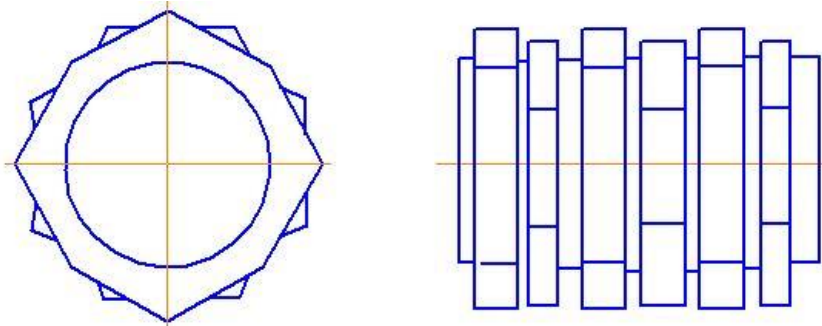


Рис.3.9. Валець з набором багатокутних дисків

3.10 Висновки за розділом

На підставі проведеного огляду й аналізу досліджень в області ущільнення дорожньо-будівельних матеріалів можна зробити висновок, що отримані раніше аналітичні залежності відбивають фізичні процеси для базових методів ущільнення. У цьому випадку - це укочення гладенько вальцевими котками статичної дії й трамбування плитою, що робить зворотно-поступальний рух у напрямку, перпендикулярному до ущільнювальної поверхні.

4. МОДЕЛЬ ВЗАЄМОДІЇ РОБОЧОГО ОРГАНА БЛОКУЮЧОЇ ДІЇ З ГРУТОМ

4.1 Розрахунок основних параметрів котків статичної дії

Істотними характеристиками процесу статичного укочення є контактний тиск вальців на ущільнювальний матеріал, напруження, що виникає у ґрунті а також робота ущільнення. Проведені широкі дослідження процесів ущільнення матеріалів колесами гладеньких вальців.

Контактний тиск p_k (МПа) між статично діючим вальцем і ущільнювальним матеріалом розраховують на підставі заданого навантаження на валець котка G_B і площі контактної поверхні S_k :

$$p_k = \frac{G_B}{S_k}; \quad (4.1)$$

Для гладеньких вальців при розрахунку використовують не контактний тиск, а розподілене навантаження q (Н/м), що припадає на одиницю ширини вальця B_B :

$$q = \frac{G_B}{S_B}. \quad (4.2)$$

Розподілене навантаження q не повинно перевищувати граничного значення, що залежить від властивостей матеріалу, що ущільнюється, швидкості й характеру руху вальців. Порушення цієї умови призведе до виникнення значних зсувних напружень у матеріалі, зниження його несучої здатності. Граничні значення контактних тисків залежать від типу вальців, що ущільнюють ґрунт.

Для визначення глибини впливу вальця (м) рекомендують наступні співвідношення:

- для гладеньких вальців:

$$h_o = (0,1 \div 0,12) \cdot \left(\frac{W}{W_o}\right) \cdot \sqrt{q \cdot R_B}; \quad (4.3)$$

де 0,1 - коефіцієнт для зв'язних ґрунтів;

					ДІПТ. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

0,12 - для незв'язних ґрунтів;

W — вологість;

W_o — оптимальна вологість, %;

R_B — радіус вальця, м|;

- для пневмо котків

$$h_o = 2,4 \cdot \frac{W}{W_o} \cdot (1 - e^{-2,5 p_k / [p_k]}) \cdot \sqrt{\frac{G_B}{p_k}}; \quad (4.4)$$

де $[p_k]$ — граничний контактний тиск, Па;

p_k — максимальний контактний тиск, Па.

Робота A_y (Дж) при ущільненні статичним навантаженням при збільшенні контактного тиску від 0 до p_k залежить від характеру деформації ґрунту. Розрахунок ведуть для спрощеної лінійної характеристики при залишковій деформації h :

$$A_y = \frac{p_k V}{2} \quad (4.5)$$

де V — обсяг деформованого матеріалу, м³.

4.2 Тяговий розрахунок котка блокуючої дії

Тяговий розрахунок котків виконують для встановлення відповідності тягового зусилля, що розвивається у робочому й транспортному режимах, виникаючим опорам. При роботі котка виникають наступні опори рухові. Опір W_{1y} (Н) перекочуванню при ущільненні залежить від типу котка й властивостей матеріалу, що ущільнюється. Для гладеньких вальців без вібрації при ущільненні ґрунтів:

$$W_{1y} = \frac{3}{8} \cdot \sum_{i=1}^{z_B} k_i'' \cdot G_B \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h_i}{R_B}}, \quad (4.6)$$

де z_B — число вальців;

k_i'' — коефіцієнт для ведучого вальця $k_i'' = 2$, для причіпного вальця $k_i'' = 1 \div 2$;

G_B — сила ваги, що припадає на вісь котка з баластом;

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

h_i — глибина занурення вальця (при проектуванні приймають $h_i = 0,02 \div 0,05 R_B$, де R_B — радіус вальця, м).

4.3 Розрахунок котка з гладеньким вальцем через радіус

Технічна характеристика: маса котка: $m=25000$ кг= 245 кН; Кількість вісей: 2x2; $B_B=2400$ мм; $D_{BB}=1600$ мм.

Тяговий розрахунок котка з гладеньким вальцем

$$W_{1y} = \frac{3}{8} \cdot 2 \cdot 2 \cdot 245 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,05}{0,8}} = 245 \text{кН},$$

На один валець навантаження складає 122,5 кН;

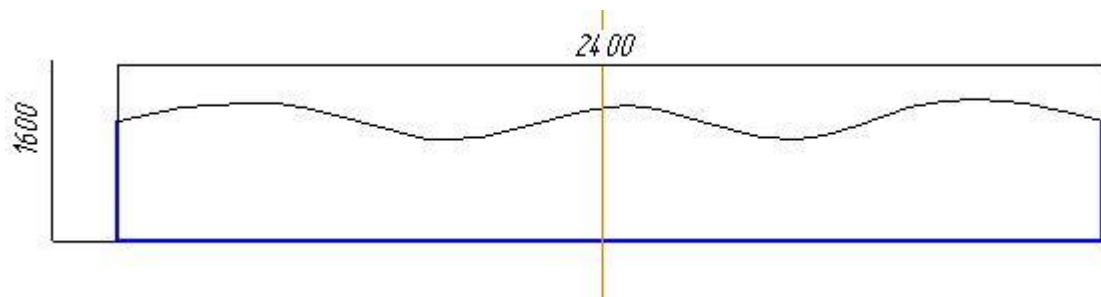


Рис. 4.1. Схема розрахунку гладенького вальця

4.4 Розрахунок котка з дисковим вальцем через радіус

Технічна характеристика: маса котка: $m=25000$ кг= 245 кН; кількість вісей: 2x2; кількість секцій 11 шт.; $B_B = 2400$ мм; $D_{BB} = 1600$ мм; $D = 1400$ мм.

Тяговий розрахунок котка з дисковими вальцями

Розрахунок опору руху одного вальця котка за більшим зовнішнім діаметром:

$$W_{1y1} = \frac{3}{8} \cdot 1 \cdot 2 \cdot 122,5 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,15}{0,8}} = 56,3 \text{кН},$$

Розрахунок опору руху вальця за меншим зовнішнім діаметром:

$$W_{1y2} = \frac{3}{8} \cdot 1 \cdot 2 \cdot 122,5 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,05}{0,7}} = 34,7 \text{кН},$$

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Сума опору руху більшого та меншого зовнішніх діаметрів вальця становить:

$$\sum W_{y1} = 56,3 + 34,7 = 91 \text{кН},$$

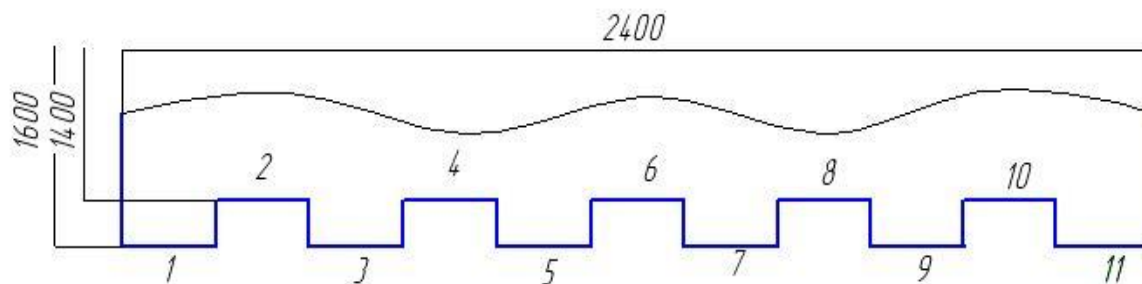


Рис. 4.2. Схема розрахунку котка з дисковими вальцями

За наступними розрахунками буде змінюватися менший зовнішній діаметр вальця.

Технічна характеристика: маса котка: $m = 25000 \text{ кг} = 245 \text{ кН}$; кількість вісей: 2×2 ; кількість секцій 11 шт.; $B_B = 2400 \text{ мм}$; $D_{BB} = 1600 \text{ мм}$; $D = 1450 \text{ мм}$;

Тяговий розрахунок котка з дисковими вальцями

У такому разі якщо на один валець тягове зусилля припадає $122,5 \text{ кН}$, то на одну секцію воно становитиме $11,13 \text{ кН}$:

Розрахунок опору руху вальця за більшим зовнішнім діаметром:

$$W_{y1} = \frac{3}{8} \cdot 1 \cdot 2 \cdot 122,5 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,15}{0,8}} = 56,3 \text{кН},$$

Розрахунок опору руху вальця за меншим зовнішнім діаметром:

$$W_{y2} = \frac{3}{8} \cdot 1 \cdot 2 \cdot 122,5 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,075}{0,725}} = 41,8 \text{кН},$$

Сумарне тягове зусилля котка за більшим та меншим зовнішніми діаметрами вальця:

$$W_{1y} = 51,3 + 41,8 = 93,1 \text{кН},$$

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

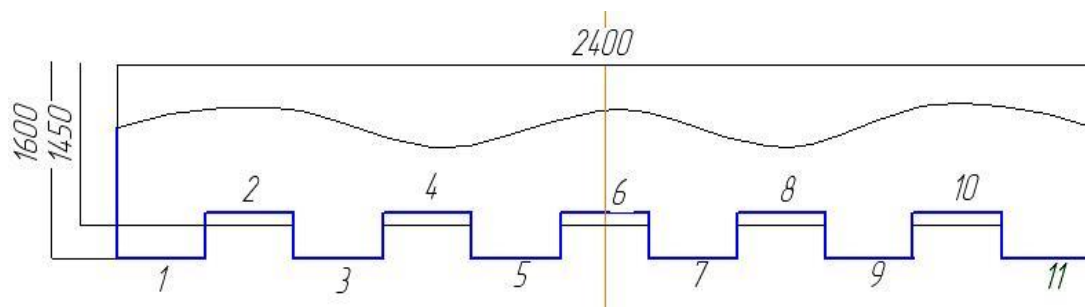


Рис. 4.3. Схема розрахунку котка з дисковими вальцями

Технічна характеристика: маса котка: $m = 25000 \text{ кг} = 245 \text{ кН}$; кількість вісей: 2x2; Кількість секцій 11 шт.; $V_B = 2400 \text{ мм}$; $D_{\text{вв}} = 1600 \text{ мм}$; $D = 1500 \text{ мм}$.

Тяговий розрахунок котка з дисковими вальцями

Розрахунок опору руху вальця за більшим зовнішнім діаметром:

$$W_{1y1} = \frac{3}{8} \cdot 1 \cdot 2 \cdot 122,5 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,15}{0,8}} = 56,3 \text{ кН},$$

Розрахунок опору руху вальця за меншим зовнішнім діаметром:

$$W_{1y2} = \frac{3}{8} \cdot 1 \cdot 2 \cdot 122,5 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,1}{0,75}} = 47,4 \text{ кН},$$

Сумарне тягове зусилля котка за більшим та меншим зовнішніми діаметрами вальця:

$$W_{1y} = 56,3 + 47,4 = 103,7 \text{ кН},$$

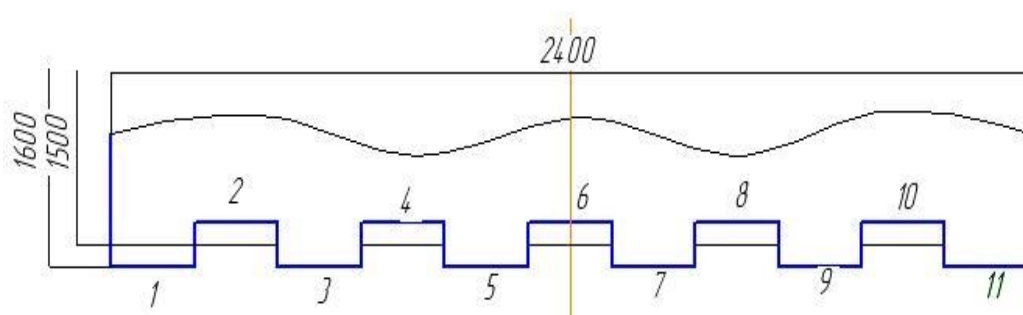


Рис. 4.4. Схема розрахунку котка з дисковими вальцями

Технічна характеристика: маса котка: $m = 25000 \text{ кг} = 245 \text{ кН}$; кількість вісей: 2x2; кількість секцій 11 шт.; $V_B = 2400 \text{ мм}$; $D_{\text{вв}} = 1600 \text{ мм}$; $D = 1550 \text{ мм}$.

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Тяговий розрахунок котка з дисковими вальцями

Розрахунок опору руху вальця за більшим зовнішнім діаметром:

$$W_{1y1} = \frac{3}{8} \cdot 1 \cdot 2 \cdot 122,5 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,15}{0,8}} = 56,3 \text{ кН},$$

Розрахунок опору руху вальця за меншим зовнішнім діаметром:

$$W_{1y2} = \frac{3}{8} \cdot 1 \cdot 2 \cdot 122,5 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,125}{0,775}} = 52,2 \text{ кН},$$

Сумарне тягове зусилля котка більшим та меншим зовнішніми діаметрами вальця:

$$W_{1y} = 56,3 + 52,2 = 108,5 \text{ кН},$$

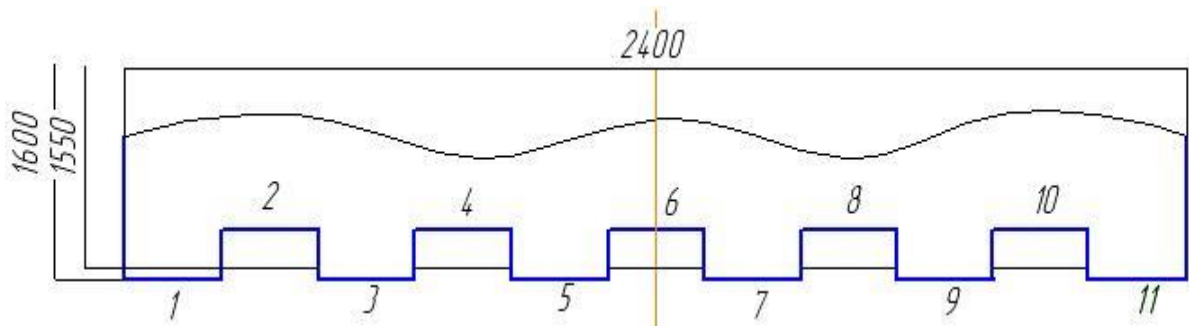


Рис. 4.5. Схема розрахунку котка з дисковими вальцями

Технічна характеристика: маса котка: $m = 2\ 5000 \text{ кг} = 245 \text{ кН}$; кількість вісей: 2x2; кількість секцій 11 шт.; $B_B = 2400 \text{ мм}$; $D_{BB} = 1600 \text{ мм}$; $D = 1575 \text{ мм}$.

Тяговий розрахунок котка з дисковими вальцями

Розрахунок опору руху вальця за більшим зовнішнім діаметром:

$$W_{1y1} = \frac{3}{8} \cdot 1 \cdot 2 \cdot 122,5 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,15}{0,8}} = 56,3 \text{ кН},$$

Розрахунок опору руху вальця за меншим зовнішнім діаметром:

$$W_{1y2} = \frac{3}{8} \cdot 1 \cdot 2 \cdot 122,5 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,125}{0,7875}} = 56,7 \text{ кН},$$

Сумарне тягове зусилля котка за більшими та меншими зовнішніми діаметрами вальця:

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_{1y} = 56,3 + 56,7 = 113 \text{кН},$$

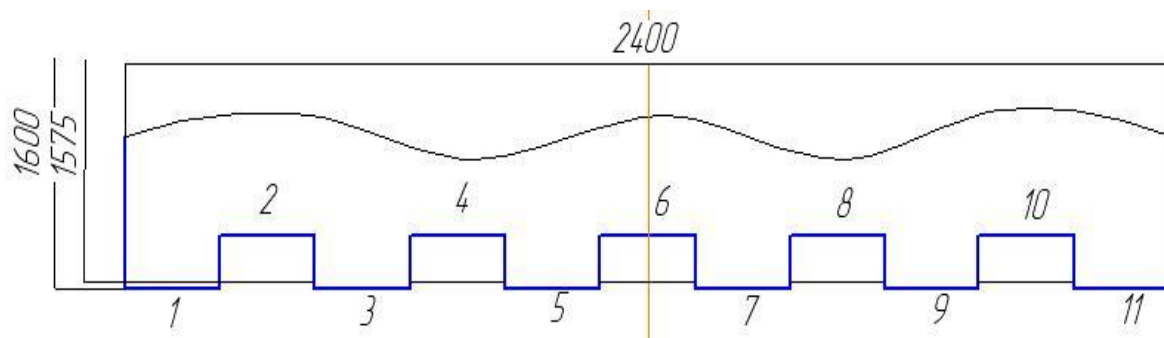


Рис. 4.6. Схема розрахунку котка з дисковими вальцями

Технічна характеристика: маса котка: $m = 25000 \text{ кг} = 245 \text{ кН}$; кількість вісей: 2×2 ; кількість секцій 19 шт.; $B_b = 2400 \text{ мм}$; $D_{bb} = 1600 \text{ мм}$; $D = 1550 \text{ мм}$.

Тяговий розрахунок котка з дисковими вальцями

Розрахунок вальця за більшим зовнішнім діаметром:

$$W_{1y1} = \frac{3}{8} \cdot 1 \cdot 2 \cdot 122,5 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,15}{0,8}} = 56,3 \text{кН},$$

Розрахунок вальця за меншим зовнішнім діаметром:

$$W_{1y2} = \frac{3}{8} \cdot 1 \cdot 2 \cdot 122,5 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,125}{0,775}} = 52,2 \text{кН},$$

Сумарне тягове зусилля котка за більшими та меншими зовнішніми діаметрами вальця:

$$W_{1y} = 56,3 + 56,7 = 113 \text{кН},$$

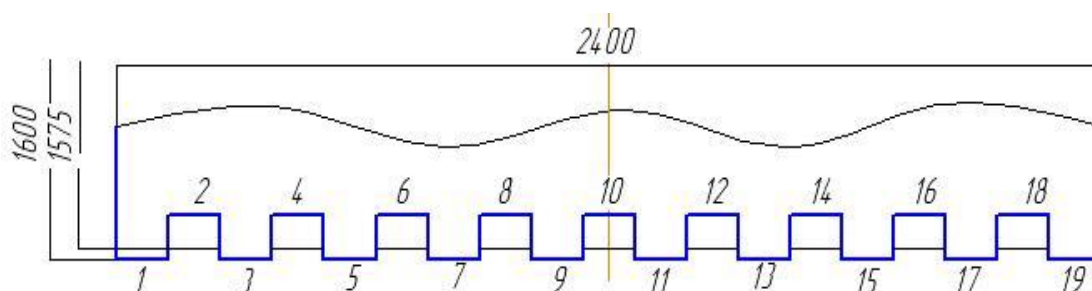


Рис. 4.7. Схема розрахунку котка з дисковими вальцями

4.5 Розрахунок котка з дисковим вальцем через ширину

$$W_{1y} = \frac{h'}{8} \cdot B_B \cdot \left(1 - \frac{q_{B1}}{q_{B2}}\right) \cdot (2 \cdot p_1 + p_2), \quad (4.7)$$

де, h' — товщина ущільнюючого шару, м;

B_B — ширина вальця, м;

q_{B1}, q_{B2} — щільність суміші на початку й наприкінці ущільнення, кг/м²;

p_1, p_2 — тиск на початку й наприкінці ущільнення, Па
 $0,5 \cdot (p_1 + p_2) = G_B / (B_B \cdot l_S)$;

l_S — проекція контактної лінії на горизонтальну поверхню, м;

При розрахунку з'ясувалося, що дана формула для нашого випадку не підходить, оскільки вона є експериментальною. Можна зробити висновки, що у нашому випадку краще знаходити тягове зусилля через радіус вальця.

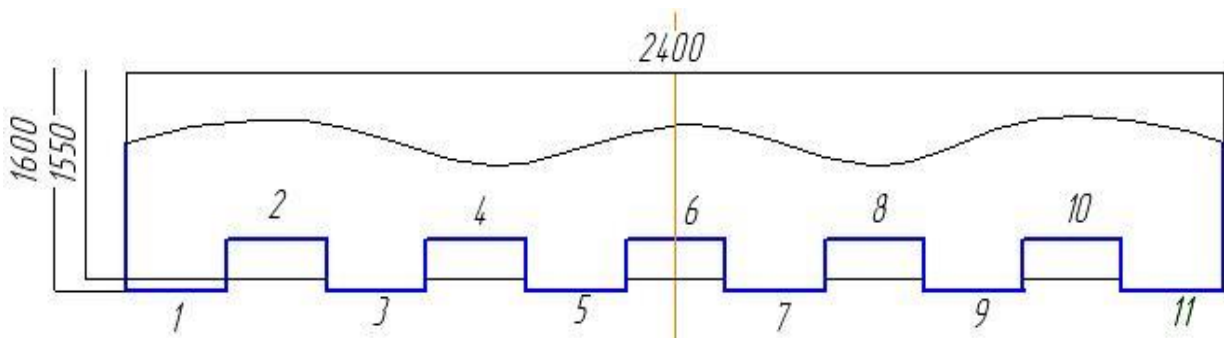


Рис. 4.8. Схема розрахунку котка з дисковими вальцями

Для вальців інших типів немає досить надійних співвідношень, що дозволяють розраховувати опір при ущільненні.

Опір W_{2y} від ухилу розраховують незалежно від форми вальців за формулою, наведеній вище.

Крім опорів, що виникають при ущільненні й від ухилу, виникають також опори повороту на криволінійних ділянках і опір сил інерції.

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.6 Розрахунок кількості проходів котка блокуючої дії

При ущільненні зв'язних ґрунтів мінімальне число проходів котка повинно бути прийняте не менше трьох. У зв'язку з цим якщо у результаті розрахунку вийшло $n < 3$, для забезпечення надійного ефекту ущільнення все-таки таки потрібно прийняти $n = 3$.

Для визначення кількості проходів ущільнюючого дискового котка рихлого в'язкого ґрунту ($\frac{\delta_0}{\delta_{\max}}=0,80$) оптимальної вологості.

- діаметр вальця котка $D = 1600 \div 1400$ мм;
- оптимальний лінійний тиск $q = 45$ кг/см;
- оптимальна щільність ґрунту $\delta_k = 0,95$, δ_{\max} , $u = 0,95$.

Необхідна відносна пластична деформація:

$$\varepsilon = \left(1 - \frac{\delta_0}{u \cdot \delta_{\max}}\right) = \left(1 - \frac{0,80}{0,95}\right) = 0,15. \quad (4.8)$$

Оптимальна товщина шару ґрунту в щільному середовищі становить:

$$H \approx 0,28 \cdot \frac{W}{W_0} \cdot \sqrt{q \cdot R} \approx 0,28 \cdot \sqrt{45 \cdot 80} = 170 \text{ мм}. \quad (4.9)$$

Товщина шару ґрунту в щільному середовищі:

$$H_p = \frac{H_0}{1 - \varepsilon} = \frac{17}{1 - 0,15} = 200 \text{ мм}. \quad (4.10)$$

Відносна пластична деформація першого проходу визначається, згідно табличних значень $E_s = 65 \text{ кг/см}^2$ і $\alpha = 0,75$;

$$\varepsilon_1 = \frac{20 \cdot q \cdot \alpha}{E_s \cdot R^{0,5} \cdot H_p} = \frac{20 \cdot 45 \cdot 0,75}{65 \cdot 80^{0,5} \cdot 20} = 0,058. \quad (4.11)$$

Кількість проходів знаходимо за формулою згідно табличних значень:

$$\eta = 1,3;$$

$$n = \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1 \cdot \eta}\right)^3 = \left(\frac{0,15}{0,058 \cdot 1,3}\right)^3 = 8. \quad (4.12)$$

					ДІТ. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Припустимо, що коток працює на ущільненні зовсім рихлого ґрунту ($\varepsilon = 0,35$), тоді:

$$H_p = \frac{H_0}{1-\varepsilon} = \frac{170}{1-0,35} = 260 \text{ мм.} \quad (4.13)$$

Тоді відносна пластична деформація першого проходу, згідно табличних значень дорівнює $E_s = 30 \text{ кг/см}^2$ і $\alpha = 0,90$;

$$\varepsilon_1 = \frac{20 \cdot q \cdot \alpha}{E_s \cdot R^{0,5} \cdot H_p} = \frac{20 \cdot 45 \cdot 0,9}{30 \cdot 80^{0,5} \cdot 26} = 0,116. \quad (4.14)$$

Так як $\eta = 1,2$, то число проходів в цьому випадку дорівнює:

$$n = \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1 \cdot \eta} \right)^3 = \left(\frac{0,35}{0,116 \cdot 1,2} \right)^3 = 16. \quad (4.15)$$

Розрахунок кількості проходів котка з гладеньким вальцем

Для визначення кількості проходів ущільнюючого гладенького котка рихлого в'язкого ґрунту ($\frac{\delta_0}{\delta_{\text{макс}}} = 0,80$) оптимальної вологості.

- діаметр вальця котка $D = 1600 \div 1400$ мм;
- оптимальний лінійний тиск $q = 27$ кг/см;
- оптимальна щільність ґрунту $\delta_k = 0,95$, $\delta_{\text{макс}}$, $u = 0,95$.

Необхідна відносна пластична деформація:

$$\varepsilon = \left(1 - \frac{\delta_0}{u \cdot \delta_{\text{макс}}} \right) = \left(1 - \frac{0,80}{0,95} \right) = 0,15. \quad (4.16)$$

Оптимальна товщина шару в щільному середовищі становить:

$$H \approx 0,28 \cdot \frac{W}{W_0} \cdot \sqrt{q \cdot R} \approx 0,28 \cdot \sqrt{27 \cdot 80} = 130 \text{ мм.} \quad (4.17)$$

Товщина слою в щільному середовищі:

$$H_p = \frac{H_0}{1-\varepsilon} = \frac{130}{1-0,15} = 150 \text{ см.} \quad (4.18)$$

Відносна пластична деформація першого проходу визначається, згідно табличних значень $E_s = 65 \text{ кг/см}^2$ і $\alpha = 0,75$;

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\varepsilon_1 = \frac{20 \cdot q \cdot \alpha}{E_3 \cdot R^{0.5} \cdot H_p} = \frac{20 \cdot 27 \cdot 0,75}{65 \cdot 80^{0.5} \cdot 15} = 0,046. \quad (4.19)$$

Кількість проходів знаходимо за формулою згідно табличних значень

$$\eta = 1,3$$

$$n = \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1 \cdot \eta} \right)^3 = \left(\frac{0,15}{0,046 \cdot 1,3} \right)^3 = 12. \quad (4.20)$$

Розрахунок кількості проходів котка з кулачковими вальцями

Для визначення кількості проходів ущільнюючого дискового котка рихлого в'язкого ґрунту ($\frac{\delta_0}{\delta_{\max}}=0,80$) оптимальної вологості.

- діаметр вальця котка $D = 1600 \div 1400$ мм;
- оптимальний лінійний тиск $q = 36$ кг/см;
- оптимальна щільність ґрунту $\delta_k = 0,95$, δ_{\max} , $u = 0,95$.

Необхідна відносна пластична деформація:

$$\varepsilon = \left(1 - \frac{\delta_0}{u \cdot \delta_{\max}} \right) = \left(1 - \frac{0,80}{0,95} \right) = 0,15. \quad (4.21)$$

Оптимальна товщина шару в щільному середовищі становить:

$$H \approx 0,28 \cdot \frac{W}{W_0} \cdot \sqrt{q \cdot R} \approx 0,28 \cdot \sqrt{36 \cdot 80} = 150 \text{ мм}. \quad (4.22)$$

Товщина шару в щільному середовищі:

$$H_p = \frac{H_0}{1 - \varepsilon} = \frac{150}{1 - 0,15} = 180 \text{ мм}. \quad (4.23)$$

Відносна пластична деформація першого проходження визначається, згідно табличних значень $E_3 = 65 \text{ кг/см}^2$ і $\alpha = 0,75$;

$$\varepsilon_1 = \frac{20 \cdot q \cdot \alpha}{E_3 \cdot R^{0.5} \cdot H_p} = \frac{20 \cdot 36 \cdot 0,75}{65 \cdot 80^{0.5} \cdot 18} = 0,051. \quad (4.24)$$

Кількість проходів знаходимо за формулою згідно табличних значень:

$$\eta = 1,3$$

$$n = \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1 \cdot \eta} \right)^3 = \left(\frac{0,15}{0,051 \cdot 1,3} \right)^3 = 10. \quad (4.25)$$

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок кількості проходів котка на пневмо шинах

Для визначення кількості проходів ущільнюючого пневмо котка рихлого в'язкого ґрунту ($\frac{\delta_0}{\delta_{\text{макс}}} = 0,80$) оптимальної вологості.

- діаметр вальця котка $D = 1600 \div 1400$ мм;
- оптимальний лінійний тиск $q = 58$ кг/см;
- оптимальна щільність ґрунту $\delta_k = 0,95\delta_{\text{макс}}$, $u = 0,95$.

Необхідна відносна пластична деформація:

$$\varepsilon = \left(1 - \frac{\delta_0}{u \cdot \delta_{\text{макс}}}\right) = \left(1 - \frac{0,80}{0,95}\right) = 0,15. \quad (4.26)$$

Оптимальна товщина шару в щільному середовищі становить:

$$H \approx 0,28 \cdot \frac{W}{W_0} \cdot \sqrt{q \cdot R} \approx 0,28 \cdot \sqrt{58 \cdot 80} = 190 \text{ мм}. \quad (4.27)$$

Товщина шару в щільному середовищі:

$$H_p = \frac{H_0}{1 - \varepsilon} = \frac{190}{1 - 0,15} = 220 \text{ мм}. \quad (4.28)$$

Відносна пластична деформація першого проходження визначається, згідно табличних значень $E_s = 65 \text{ кг/см}^2$ і $\alpha = 0,75$;

$$\varepsilon_1 = \frac{20 \cdot q \cdot \alpha}{E_s \cdot R^{0,5} \cdot H_p} = \frac{20 \cdot 58 \cdot 0,75}{65 \cdot 80^{0,5} \cdot 22} = 0,066. \quad (4.29)$$

Кількість проходів знаходимо за формулою згідно табличних значень:

$$\eta = 1,3 \quad n = \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1 \cdot \eta}\right)^3 = \left(\frac{0,15}{0,066 \cdot 1,3}\right)^3 = 6. \quad (4.30)$$

4.7 Розрахунок технічної продуктивності

Технічну продуктивність Π_T по ущільненню визначають як за площею поверхні, що ущільнюється за одиницю часу, так і за обсягом матеріалу, що ущільнюється за одиницю часу:

$$\Pi_T = (B_B - a_B) \cdot v_K / z \quad (\text{м}^2/\text{год.}); \quad (4.31)$$

$$\Pi_T = (B_B - a_B) \cdot v_K \cdot h' / z \quad (\text{м}^2/\text{год.}); \quad (4.32)$$

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де, B_B — ширина ущільнюючої смуги, рівна ширині вальця, м;
 a_B — розмір перекриття попереднього проходу, $a_B = 0,05 \div 0,1$ м;
 v_K — робоча швидкість, для котка із гладенькими вальцями $v_K = 1,5 \div 3$ км/год., для кулачкових котків $v_K = 4 \div 5$ км/год., для котків із пневматичними шинами $v_K = 3 \div 10$ км/год.;

z — число проходів;

h' — товщина ущільнювального шару ґрунту, м.

Розрахунок продуктивності для котків з гладенькими вальцями:

- ширина ущільнюючої смуги, рівна ширині вальця $B_B = 2,4$ м;
- розмір перекриття попереднього проходу $a_B = 0,05$ м;
- робоча швидкість, для котка із гладенькими вальцями $v_K = 1,5 \div 3$ км/год.;
- число проходів $z = 12$.

$$P_T = (B_B - a_B) \cdot v_K / z = (2,4 - 0,05) \cdot 2 / 12 = 0,4 \text{ м}^2 / \text{год.} \quad (4.33)$$

Розрахунок продуктивності для кулачкових котків:

- ширина ущільнювальної смуги, рівна ширині вальця $B_B = 2,4$ м;
- розмір перекриття попереднього проходу $a_B = 0,05$ м;
- робоча швидкість, для котка із кулачковими вальцями $v_K = 4 \div 5$ км/год.;
- число проходів $z = 10$.

Розрахунок продуктивності для котків з гладенькими вальцями

$$P_T = (B_B - a_B) \cdot v_K / z = (2,4 - 0,05) \cdot 4 / 10 = 0,97 \text{ м}^2 / \text{год.} \quad (4.34)$$

Розрахунок продуктивності для котків з пневмо шинами

- ширина ущільнювальної смуги, рівна ширині вальця $B_B = 2,4$ м;
- розмір перекриття попереднього проходу $a_B = 0,05$ м;
- робоча швидкість, для котка із гладенькими вальцями $v_K = 3 \div 10$ км/год.;
- число проходів $z = 6$.

$$P_T = (B_B - a_B) \cdot v_K / z = (2,4 - 0,05) \cdot 7 / 6 = 2,75 \text{ м}^2 / \text{год.} \quad (4.35)$$

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок продуктивності для котків з дисковими вальцями

- ширина ущільнювальної смуги, рівна ширині вальця $B_B = 2,4$ м;
- розмір перекриття попереднього проходу $a_B = 0,05$ м;
- робоча швидкість для котка із гладенькими вальцями $v_K = 3 \div 6$ км/год.;
- число проходів $z = 8$.

$$P_T = (B_B - a_B) \cdot v_K / z = (2,4 - 0,05) \cdot 5 / 8 = 1,47 \text{ м}^2 / \text{год.} \quad (4.36)$$

4.8 Висновки за розділом

Проаналізувавши отримані характеристики ефективності закордонних котків блокуючої дії, можна зробити наступні висновки.

Для отримання ефективності роботи ущільнювальної техніки різних типорозмірних груп можливо їхнє зіставлення за питомими показниками.

Поступаючись закордонним коткам блокуючої дії за такими основними параметрами, як масою, швидкістю пересування, лінійному тиску, технічній продуктивності, коток з блокуючою дією та впливом вальця значно випереджає перших за питомою масою й питомою продуктивністю.

При створенні ущільнювального устаткування з блокуючим впливом тієї ж типорозмірної групи, що й вищенаведених котків можливо одержання техніко-економічного ефекту за допомогою:

- зниження корисної маси котка у 1,5 рази, не уступаючи коткам блокуючої дії за технічною продуктивністю;
- або підвищення технічної продуктивності у 1,5 рази, маючи масу котка блокуючої дії подібного за масою до віброкотка.

Використання ущільнювального устаткування з блокуючим впливом вальця при ущільненні ґрунтів і дорожньо-будівельних матеріалів у випадках розширення автомобільних доріг, а також поточного ремонту дозволяє одержати річний економічний ефект у значному розмірі.

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО МЕТОДИКИ ВИБОРУ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ КОТКІВ БЛОКУЮЧОЇ ДІЇ НА ҐРУНТ

Проведені розрахунки показують, що одним з найбільш перспективних напрямків у підвищенні продуктивності і якості ущільнення є використання ущільнюючого устаткування з блокуючим впливом на ущільнювальний матеріал, що забезпечує можливість створювати в ущільнювальному матеріалі, складне напруження, шляхом додавання до матеріалу динамічних навантажень, порушуваних по черзі із протилежних сторін ущільнювача й діючих у подовжньому й поперечному напрямках смуги ущільнення. При цьому динамічні навантаження прикладають у трьох напрямках - подовжньому, протилежно напрямку уключення, у поперечному - до середини ущільнювальної полоси, і вертикальному.

Основні наукові й практичні результати проведених досліджень полягають у наступному.

1. Установлено основні параметри ущільнюючого устаткування з блокуючим впливом вальця на ущільнювальний матеріал, що визначають ефективність процесу ущільнення. На підвищення продуктивності ущільнення впливають, підвищення лінійного тиску $P_{л}$, та підвищення швидкості пересування.

2. Установлено граничні значення зазначених параметрів. Так, зниження швидкості пересування нижче граничних значень спричиняє виникнення призми ґрунту перед вальцем.

3. Збільшення лінійного тиску $P_{л}$ при роботі органа блокуючої дії на швидкостях пересування вище граничних призводить до досягнення коефіцієнта ущільнення $K_{у} = 0,99 \dots 1,0$ за менше число проходів за рахунок збільшення частки статичного зусилля у силовому впливі вальця на ущільнювальний матеріал. Найбільший ріст технічної продуктивності $P_{т}$ можливий шляхом підвищення лінійного тиску $P_{л}$. Так, підвищення лінійного тиску $P_{л}$ на 27% призводить до підвищення технічної продуктивності на 133%.

4. На швидкостях пересування робочого органу блокуючої дії нижче припустимих величина крутного моменту $M_{кр}$ значно зростає, що призводить до перевантажень двигуна й додаткових енерговитрат, внаслідок нагромадження призми ґрунту перед вальцем, що є причиною збільшення довжини контакту вальця з ущільнювальним матеріалом, і збільшення обсягу ґрунту, що піддається зрушенню.

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Установлено, що для забезпечення рівномірного й стійкого режиму роботи котка блокуючої дії необхідно підвищувати швидкість пересування його на першому проході й поступово її знижувати при наступних проходах.

6. Реалізація запропонованого ущільнюючого устаткування з блокуючим впливом на ущільнювальний матеріал відкриває можливість одержання економії за масою котка, у 1,5 рази, або підвищення технічної продуктивності у 1,5 рази порівняно з вібро котками вітчизняних і закордонних фірм.

7. У зв'язку з тим, що коток блокуючої дії працює на частотах коливань вальця, що значно, відрізняються від власних частот елементів конструкції котка, це створює передумови для зниження шуму при роботі ущільнюючих машин, що дозволяє одержати ергономічний ефект від впровадження даного ущільнюючого устаткування.

8. На підставі теоретичних і експериментальних досліджень розроблена методика розрахунку основних параметрів і рекомендації до проектування й створення нових ущільнюючих машин з блокуючим впливом вальця на ущільнювальний матеріал.

9. Використання даного ущільнюючого робочого органа можливо на базі існуючих котків шляхом оснащення а також заміною вібраційного принципу дії вальця кінематичним; або спільно. Можливе оснащення пневмокатків кінематичним збудником коливань. Створення спеціальних ущільнюючих машин, наприклад, причіпних - для широкої гама тракторів від мотоблоків до важких тракторів; оснащення екскаваторів ущільнюючим робочим органом з блокуючим впливом вальця на ущільнюючий матеріал на базі маніпуляторного устаткування для робіт у стиснутих умовах, ущільнення укосів і траншів; оснащення асфальтоукладальників ущільнюючим устаткуванням з блокуючим впливом вальця на ущільнюючий матеріал.

10. Результати досліджень і їхній аналіз дозволили визначити напрямку подальших досліджень:

- вивчення впливу співвідношення ширини вальця, на ефективність процесу ущільнення;
- дослідження різних комбінацій робочих органів; виконання теоретичних й експериментальних досліджень.

11. Проведені розрахунки, показують доцільність застосування ущільнюючого встаткування з блокуючим впливом на ущільнювальний матеріал.

					ДІТ. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 НАПРЯМКИ ЗМІН У СХЕМАХ КОНСТРУКЦІЙ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТОУЩІЛЬНЮЮЧИХ МАШИН І ЇХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СТАТИЧНОЇ І ДИНАМІЧНОЇ ДІЇ

6.1 Аналіз форм поверхонь РО ГУМ

Ущільнення є важливою частиною технологічного процесу при різноманітному будівництві (будівель і споруд, зведенні насипів, формуванні штабелів вугілля і інших матеріалів) і, зокрема, при будівництві залізниць та автошляхів.

Під ущільненням розуміється збільшення початкової щільності матеріалу, зокрема, ґрунту під дією зовнішніх сил.

Різнорманітність у властивостях матеріалів, зокрема, ґрунтів, диктує необхідність вибору ущільнюючого устаткування з цілого ряду різних його типів. При цьому ефективність процесу ущільнення визначається рядом чинників (рис. 6.1), найважливішими з яких є тип матеріалу (ґрунту), вогкість, метод ущільнення і прикладена енергія. Вплив цих чинників на процес ущільнення різний і залежить від стану ґрунту, способу прикладення енергії.

Технологічний процес ущільнення ґрунтів в загальному випадку включає декілька функціональних процесів: управління (*У*), переміщення маси (*М*), руйнування (*А*), ущільнення (*З*).

Між пристроями машин, що виконують функціональні процеси можна виділити зв'язки: технологічні (-), кінематичні (+) і конструктивні (•).

Під технологічним зв'язком розуміють логічну обумовленість виконання функціональних процесів уособленими пристроями з неузгодженими режимами і силовими параметрами.

Кінематичний зв'язок більш сильний, ніж технологічний, оскільки він припускає узгодженість (по режимних і силових параметрах)

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

функціональних пристроїв, які, зберігають здатність функціонування окремо один від одного.

Конструктивний зв'язок найсильніший, оскільки під ним розуміють не тільки узгодженість, але і поєднання функціональних пристроїв, які втратили здатність функціонування індивідуально. Комбінування зв'язків між структурними елементами ($У, М, А, З$) і звироднілість або виключення деяких з них покладено в основу структуроутворення засобів технологічного процесу ущільнення (ТП).

Розвиваючи ці положення в загальному випадку структурна формула ТП може бути представлена в наступному вигляді:

$$ТП = У-М-А-С. \quad (6.1)$$

Так опустивши процес управління при ущільненні ґрунтів, маємо:

$$ТП = М-А-С. \quad (6.2)$$

При сильному конструктивному зв'язку між структурними елементами в машині процес описує вираз:

$$ТП = М \cdot А \cdot З. \quad (6.3)$$

Вона відноситься до процесу ущільнення з використанням, наприклад, самохідного вібраційного котка з кулачковим вальцем.

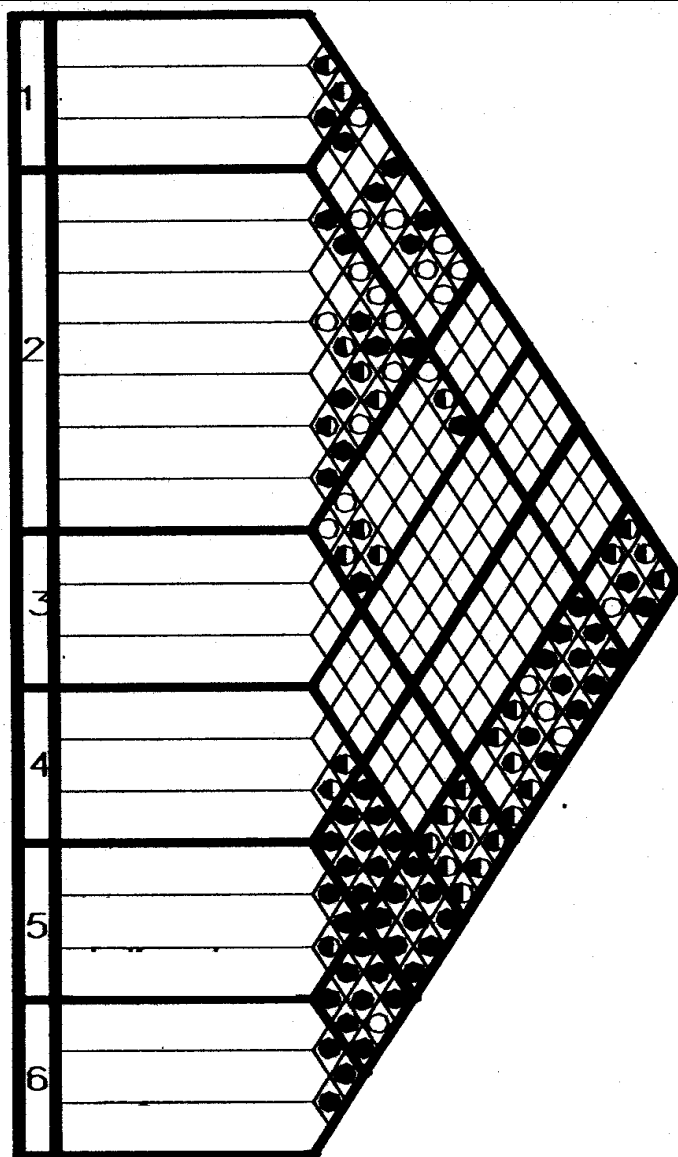


Рис. 6.1. Чинники ефективності процесу ущільнення ґрунту

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Для зручності аналізу конструкцій машин для ущільнення ґрунту, звичайно користуються класифікацією їх за ознаками, характерними для даної групи машин. При побудові класифікаційної системи машин для ущільнення ґрунту слід враховувати, що їх кінематичні і динамічні властивості в першу чергу залежать від фізичних явищ, що відбуваються під час роботи по ущільненню ґрунту, а ці явища визначаються складом або структурою машини.

Мається на увазі функціональна характеристика основних елементів і способів їх поєднання. Таким чином, стає доцільною класифікація машин для ущільнення ґрунту за функціональними структурними ознаками. Ця класифікація може бути проведена апріорно на підставі переліку всіх можливих комбінацій, незалежно від того, чи здійснені ці комбінації, чи ні, що дозволяє провести систематизацію всіх, як існуючих, так і можливих типів машин для ущільнення ґрунту.

Будь-яка ущільнююча машина включає п'яти основних функціональних структурних елементи: 1 - управління ($У$); 2 - рама машини ($Р$), що здійснює дуже часто конструктивний зв'язок між іншими елементами; 3 - рушій ($Д$); 4 - робочий орган ($Про$); 5 - двигун приводу ($П$).

Між функціональними структурними елементами транспортної машини існує два види зв'язку: кінематичний (+) у вигляді з'єднання структурних елементів; конструктивний (•) у вигляді поєднання структурних елементів.

Прикладом машини з кінематичним зв'язком може служити самохідний вібраційний каток, у якого кожний з елементів $У$, $Р$, $Д$, $Про$, $П$ виконує тільки свої функції. Прикладом машини з конструктивним зв'язком є вібраційна трамбівка, у якої $РО$ виконує дві функції $Д$ і $О$.

Є багато машин, у яких частина структурних елементів відсутня. Так, наприклад трамбівка не має $Д$, а причіпний валець $Д$ і $П$. При звородності $П$ (тип двигуна приводу) ущільнюючий пристрій втрачає властивості машини.

					ДІПТ. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Поєднання P з P_{po} і D призводить до утворення ущільнюючих машин з "рухомими двигунами", куди може бути віднесений самохідний каток з вібратором і без, важкого типу, вібраційна трамбівка.

Шляхом зміни зв'язків між структурними елементами, їх "поєднань" і "звироднілості" можна одержати структурні формули всіх можливих ущільнюючих машин, що наведені в табл.1, де символи U і P відсутні, оскільки управління і привід передбачаються в будь-якій машині.

Структурування ущільнюючих машин в самому загальному вигляді (таблиця 3.1), що дозволило отримати 14 можливих структурних формул і машин для ущільнення без приводу, незалежно від виду машин для ущільнення ґрунту.

Всі структурні формули ущільнюючих машин (таблиця 6.1) діляться на 4 групи, які відображають ступені розвитку ущільнюючих машин по «посиливанню» зв'язків між функціональними елементами. 1 група (формули 1, 2, 3) містить відособлені функціональні елементи P , D , O ; 2 група (формули 4, 5, 6, 7) складається з двох або трьох кінематично пов'язаних (зчленованих) функціональних елементів; 3 група (формули 8, 9, 10) містить формули з трьох функціональних елементів, що мають кінематичні і конструктивні зв'язки; 4 група (формули 11, 12, 13, 14) характеризується наявністю тільки конструктивних зв'язків (поєднання) двох або трьох функціональних елементів.

Структурування ущільнюючих машин і пристроїв

Таблиця 6.1

Показники	Зчленування елементів із звироднілістю елементів		Базова формула	Поєднання елементів з:	
	двох	одного		зчленуванням	звироднілістю

Структурні формули	P	D	ПРО	P+D	P+O	D+O	P+D+O	P·D+O	P·O+D	P+D·O	P·D	P·O	D·O	P·D·O
Номер формул	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Групи формул	1			2				3			4			
Особливості структури машин	3 обособлені елементи			3 кінематичними елементами				3 конструктивним і кінематичним зв'язком			3 конструктивним зв'язком			

Систематизація структурних формул ГУМ

Таблиця 6.2

Показники	Зв'язки структурних елементів													
	рама машини і рушія					робочого органу і рушія				рама машини робочого органу				
	кінематичний		конструктивний			кінематичний		конструктивний		відсутній	кінематичний		конструктивний	відсутній
	Д	P+D	+D+O	+D·O	·D+O	3·D	D+O	·O+D	D·O	·D·O	P	P+O	P·O	ПРО
Номер формул				8	11	6	9	3	4		5	12	8	
Групи ГУМ	з рушієм									без рушія				

Наведене структуроутворення дозволяє апріорно отримати всі можливі структурні формули ГУМ. Проте структуроутворення не призводить до групування структурних формул ГУМ за способом ущільнення ґрунту. Для такого групування ГУМ перепишемо структурні формули, наведені в таблиці

6.1, за видом зв'язку функціональних елементів послідовно: рами машини і рушія, РО і рушія, рами машини і РО (табл. 6.2).

З наведеної (табл. 6.2) систематизації структурних формул по безпосередньому зв'язку функціональних елементів видно, що всі ГУМ поділені на дві групи: машини з рушієм і машини без рушія. Наприклад, до першої групи відносяться самохідні катки для ущільнення ґрунту, до цієї групи входять всі ГУМ, рушій яких не має конструктивного зв'язку з РО (структурні формули 2, 4, 7, 10, 8, 11, 6, 9, 13, 14). Перша група найбільш поширена, вона об'єднує структурні формули всіх ущільнюючих самохідних машин статичної, вібраційної дії, незалежно від їх конструктивного виконання.

Друга група структурних формул також відноситься до ГУМ без рушія, ущільнення здійснюється без переміщення рами машини відносно ущільнюваного ґрунту (структурні формули 1,5,12, 3). До цієї групи машин відносяться трамбівки ударної і вібраційної дії. Таким чином, в двох специфічних групах структурних формул, що виділилися, чітко розділені всі існуючі ГУМ за способом ущільнення. Отже, структура транспортної машини за складом структурних елементів і видом зв'язків між ними зумовлює спосіб ущільнення цією машиною, що обумовлює до певної міри її кінематику і динаміку.

Наступний етап розвитку структури ГУМ визначається способом поєднання приводного органу як структурного елемента *П* із структурними елементами основних структурних формул. Приводний орган, як структурний елемент, може бути суміщений з іншими структурними елементами основних структурних формул або зчленований, тобто може мати тільки кінематичний зв'язок з іншими елементами.

Вище розглянуті структурні формули ГУМ безвідносно до того, що є структурними елементами. Тим часом, структурні елементи ГУМ відрізняються великою різноманітністю: управління (*У*) може бути ручне (*р*) і автоматичне (*а*); у ролі рушія (*Д*) застосовується крокуючий пристрій (*ш*), гусеничний (*г*),

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

колісний (*до*); рама (*P*) машини може бути цільна (*ц*) і модульна (*м*); РО (*о*): для ущільнення ґрунту буває у вигляді вальця (*в*), плити (*п*).) і колеса (*к*); нарешті, тип двигуна приводу (*я*) може бути електричний (*е*), гідравлічний (*г*), мускульний (*м*) і внутрішнього згорання (*с*).

Для додання визначеності структурним формулам необхідно символ кожного структурного елемента забезпечувати індексом, відповідним прийнятій конструкції структурного елемента, а при необхідності можна позначити цифрою кількість елементів. Так, наприклад, з урахуванням позначень в табл. 1, структурна формула катка статичної дії з цільною рамою і закріпленим на ній вальцем матиме вигляд:

$$DK+PЦ+O. \quad (6.4)$$

Структурні формули роблять більш зручним аналіз ТП ущільнення ґрунтів і конструкцій ГУМ і пристроїв.

У ролі матеріалу, що ущільнюється РО ГУМ, використовують будівельні матеріали і відходи різних виробництв. При цьому розрізняють дрібнозернисті ґрунти, до яких відносяться пилюваті ґрунти, глина, крейда. До грубозернистих ґрунтів відносяться гравій, пісок. Окремою групою для ущільнення є валуни і відходи підприємств вугільної і металургійної промисловості. Останні в умовах Донбасу представляють особливий інтерес, оскільки їх вживання знижує вартість споруд, створює передумови для поліпшення екологічної обстановки в регіоні. Ступінь ущільнення ґрунту і його якість значною мірою визначається його вогкістю. При низькій вогкості сили внутрішнього тертя і зчеплення між частинками протидіють ущільненню. При збільшенні вогкості матеріали легше піддаються ущільненню, але їх густина змінюється не лінійно. Максимальна густина залежить від вогкості матеріалу і відповідає оптимальній вогкості. В проникних ґрунтах таких, як пісок, гравій, які володіють здатністю природного водовідливу, при переорієнтації частинок під дією зовнішніх сил відбувається віджимання води. В цьому випадку оптимальна вогкість відповідає повному насиченню пір водою або ж стану абсолютної сухості. Сухими звичайно

					ДІТ. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ущільнюють щебінь, гравій. В глині і інших зв'язних ґрунтах існує значне реальне зчеплення. Воно обумовлено молекулярними силами, діючими між дуже дрібними частинками, тому на подолання цих сил і ущільнення матеріалу затрачується велика енергія. Грубозернисті і крупно уламкові матеріали, в яких зчеплення відсутнє, ущільнювати легше, ніж дрібнозернисті ґрунти. Наявність в грубозернистих матеріалах порівняно невеликої кількості пилюватого матеріалу (5-10%) призводить до того, що ці матеріали стають водонепроникними і їх ущільнення доцільно здійснювати при оптимальній вологості.

Вживання для будівництва споруд горілих порід відходів вугільної промисловості показує, що ці матеріали достатньо успішно ущільнюються при їх природній вологості, відповідній середньому стану між сухим і водонасиченим станами.

Різноманітність ГУМ, відмінності за способом ущільнення і їх конструктивних параметрів дає 449920 варіантів поєднання по різних ознаках їх класифікації.

Вібраційні ГУМ працюють в режимі швидко частотних ударів по поверхні ґрунту. Кожний удар чинить тиск на ґрунт. В результаті частинки ґрунту приходять в рух, тертя між ними слабшає, фактично зникає. При вібраційному ущільненні матеріалу результат визначається двома чинниками:

- можливістю переміщення частинок ґрунту. При цьому внутрішнє тертя зменшується, і створюються умови для ефективного ущільнення ґрунту;

- силами стиснення і зсуву, створюваними в ґрунті вібраційним ущільнюючим устаткуванням. Напруги стиснення і зсуву мають статичну складову, обумовлену вагою вібратора, і динамічну - у формі хвиль стиснення, обумовлену вібрацією.

Енергія, затрачувана при ущільненні матеріалу, є одним з найважливіших параметрів. Для отримання заданого ступеня щільності потрібна певна витрата енергії на одиницю об'єму матеріалу. Встановлено, що

					ДІПТ. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

при ущільненні незв'язних матеріалів вібраційним устаткуванням витрачається набагато менше енергії, ніж при їх статичному укочуванні. Ущільнення зв'язних ґрунтів як вібраційними, так і статичними катками супроводжується збільшеною витратою енергії.

Проведений аналіз структурної побудови ГУМ, ущільнюючих еластичними, металевими, пневматичними шинами. За визначенням ГОСТ 21994-76 катки розрізняються видом РО, яким можуть бути колеса, валець, плита. Широке поширення набули машини з поєднанням коліс і кулачковим, гратчастим і гладким вальцем. У свою чергу колеса можуть бути суцільними або порожнистими. Ударний спосіб є більш ефективним, оскільки РО впливає на середовище динамічною силою. Силова хвиля стиснення розповсюджується від поверхні углиб, створюючи також значні зусилля на великих глибинах. Останніми роками застосовується метод ущільнення крупно уламкових порід на велику глибину до 10-20 м ударом важких падаючих вантажів.

Морфологічна карта ГУМ Таблиця 6.3

Класифікаційні ознаки	Варіанти реалізації
Принцип ущільнення	Статичний тиск, удар, вібрація;
Вид РО	Валець, плита, колесо,
Форма поверхні РО	Гладка, гратчаста, кулачкова;
Кількість РО	Моно, тандем, полі;
Матеріал поверхні РО	Метал, гума, пластмаса;
Вид управління	Ручне автоматичне,

Швидке зростання цін на изельне пальне стало найважливішим інником, що обумовлює збільшення артості процесу ущільнення.

Аналіз робіт з даного питання озволяє зробити такі висновки: при щільненні матеріалу відходів еталургії і вугільної промисловості, ам'яного накидання і зернистих ґрунтів вібраційними катками витрата енергії з розрахунку на 1м³ щільнюваного насипу незначна і кладає від 0,08 до 0,14 кВт год./м³.

	напівавтоматичне;	ри цьому причіпні катки витрачають а 20-30% енергії більше (сумісно фактор і каток), ніж самохідні. На ьрнистих ґрунтах у статичних катків итратата енергії удвічі вище, ніж у амохідних вібраційних катків. Глину щільнюють більш тонкими шарами),2...0,3 м.), і витрата енергії тут вище, ричому низькі значення відносяться о самохідних вібраційних і статичних атків. Ущільнення асфальтобетону ьдеться тонкими шарами (0,1...0,2 м.), ри цьому витрата енергії досить исока - 1 кВт.год./м ³ і вище. Більшість ашин для ущільнення матеріалів має івидкохідні дизельні двигуни.
Тип рушія	Колісний, відсутній, гусеничний, крокуючий пристрій;	
Тип двигуна приводу	Внутрішнього згорання, електричний, гідравлічний, мускульний, пневматичний;	
Рама	Цільна, модульна;	
Вид сили переміщення	Зовнішня підйомна і (або) тягова внутрішня (самохід);	
Функції РО	ущільнення ґрунту, ущільнення ґрунту і переміщення машини.	

Потужність двигунів машин, що серійно випускаються, знаходиться в діапазоні 42,5...170,5 кВт, швидкість вихідного валу 1800...2000 хв⁻¹. Найбільш поширені машини для ущільнення, які мають вбудовані механічні коробки передач в поєднанні з клино-пасовою передачею. Коробки передач, як правило, планетарні з силовим перемикачем під навантаженням. Всі іноземні машини даного типу мають трансмісію з гідронасосів і працюючі від них гідравлічні мотори, що забезпечують роботу машини в тягово-швидкісному оптимальному діапазоні.

РО є спонукачем ущільнення і його дія на матеріал може мати різний характер: статичний, вібраційний, ударний або комбінований. Він розміщується на жорсткій рамі, яка може бути цільною або є причіпною до тягача. Принципи ущільнення матеріалів за способом силової дії можна спрощено представити, як статичний тиск, удар і вібрація.

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Статичний тиск на ґрунт здійснюється катками з одним або декількома гладенькими вальцями або катками з колесами, або плитами. В момент прикладення статичного тиску ґрунт знаходиться в розпушеному стані, він досить легко піддається стисненню і пластична деформація не супроводжується значною реакцією. У міру зростання ступеня ущільнення ґрунт стає все більш щільним і пружним. Електрична трансмісія в машинах для ущільнення матеріалів застосовується рідко. Вона складається з дизель-генератора електричного струму, і двигуна постійного струму. Застосування такого виду трансмісії дозволяє змінювати швидкості пересування катка і обертання віброгенератора в широкому діапазоні. В окремих випадках має місце комбінований вид трансмісії, наприклад, механічний і гідравлічний і ін.

Визначимо характеристики найефективнішої машини при попередньому аналізі. Різноманітність фізико-механічних властивостей ущільнюваних ґрунтів, їх вогкість вимагають наукового обґрунтування у виборі ГУМ. Одним з головних критеріїв при цьому виборі слід рахувати витрату енергії і режимів для здійснення процесу ущільнення в конкретних умовах. Для умов Донбасу при будівництві споруд перспективним є використання відходів виробництва зокрема, горілих порід шахтних териконів. Доцільність вживання таких відходів визначається їх достатнім об'ємом в наявності і повсемісністю розповсюдження, низькою вартістю, природоохоронним ефектом при утилізації.

Широкий діапазон фракційного складу горілих порід при порівняно невеликому вмісті пилюватих частинок (5...15%), обумовлює можливість їх ущільнення і використання для влаштування штучного фундаменту при будівництві споруд самого різного призначення.

Ступінь ущільнення ґрунту - основний параметр, що визначає якість будівельних робіт, міцність і довговічність зведеної споруди. Цільність ρ_0 , яку необхідно забезпечити, визначається виразом:

$$\rho_0 = \kappa_y \rho_{\max}; \quad (6.5)$$

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де k_y - коефіцієнт ущільнення;

ρ_{\max} - щільність, що максимально досягається.

В даний час немає достатньо обґрунтованих норм щільності, а значення коефіцієнта ущільнення встановлюється експериментальним шляхом. Досвід експлуатації земляних споруд (зокрема залізниць і автомобільних доріг), а також сучасний рівень досліджень свідчить про те, що є необхідність забезпечення і створення відповідних засобів механізації.

На основі лабораторних експериментальних досліджень ущільнюваності горілих порід шахтних териконів залежно від їх вогкості W_O і фракційного складу, де за досліджуваний масив були використані горілі породи з практично однаковою щільністю в цілику, шахтних териконів, гранулометричні характеристики яких наведені в таблиці 6.4.

Ущільнення здійснювалося в приладі стандартного ущільнення, при цьому значення досягнутої щільності ρ визначалося через інтервали щільності 5%, результати досліджень (рис. 6.3). Як видно з графіка, максимальна щільність досліджуваних порід може бути досягнута при вогкості 12...15%. Отримані результати свідчать про те, що зниження відсотка вмісту крупних фракцій сприяє підвищенню значення щільності матеріалу, що максимально досягається, а отже, підвищенню якості ущільнення.

Гранулометричний склад горілої породи

Таблиця 6.4

Шахти	Вміст % по масі фракцій розміру, мм								
	>70	40...70	20...40	10...20	5-10	2,5...5	1,25...2,5	0,63..1,25	<0,63
№1	21,7	8,5	23,6	15,3	9,5	9,7	2,8	2,6	6,3
№2	16,3	6,4	21,5	14,2	7,8	13,0	4,5	3,5	6,8
№3	10,2	7,8	16,7	16,2	18,3	15,8	3,4	2,0	9,6

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 6.2. Вплив вогкості на щільність порід

Враховуючи специфіку порід шахтних териконів, можна зробити висновок про можливість досягнення максимального ущільнення цього матеріалу і, відповідно, мінімальній водонепроникності, оскільки проникнення води в конструкцію, що зводиться, може викликати погіршення експлуатаційної надійності аж до руйнування. Для визначення шуканої щільності горілих шахтних порід в земляних спорудах пропонується наступна залежність:

$$\rho_0 = k_{zc} k_{cy} k_z k_0 \rho_{\text{ц}} \quad (6.6)$$

де k_{zc} - коефіцієнт, залежний від співвідношення мас фракцій і зміни їх розмірів при ущільненні;

k_{cy} - коефіцієнт ущільнення, залежний від способу ущільнення;

k_z - коефіцієнт геометрії форми частинок, залежний від типу порід;

k_0 - коефіцієнт однорідності;

$\rho_{\text{ц}}$ - щільність породи в цілику.

Вплив вогкості на запропоновані коефіцієнти різний і визначається експериментально.

Вищенаведене дозволяє зробити висновок, що підвищення ефективності ущільнення горілих шахтних порід може бути отримано застосуванням ущільнюючої машини, яка в процесі ущільнення проводить і подрібнення вихідного матеріалу. Для ущільнення доцільно використовувати таку ГУМ, як вібраційний кулачковий каток.

6.2 Схеми розташування елементів РО залежно від спрямованості ущільнення

У цьому підрозділі розглянуті наступні задачі:

1) створення необхідного профілю по бажаному ядру ущільнення і за допомогою структурної формули. При цьому, замінивши в профілі елементи математичними моделями, отримаємо загальну математичну модель.

2) отримання профілю РО ГУМ, виходячи із заданих енерговитрат, та склавши необхідну математичну модель.

При знаходженні оптимального рішення даних задач повинні враховуватися наступні критерії:

- максимальна продуктивність;
- оптимальна витрата енергоматеріалів на тягу;
- мінімум вартості енергоматеріалів при тарифах оплати, що диференціюються.

При обмеженнях:

- за потужністю двигуна;
- за швидкістю пересування на заданій ділянці ущільнення;
- за габаритними розмірами РО ГУМ.

В результаті синтезу отримаємо приклади, аналоги, варіанти з'єднань, структурну формулу і напрям ядер ущільнення елементів РО ГУМ.

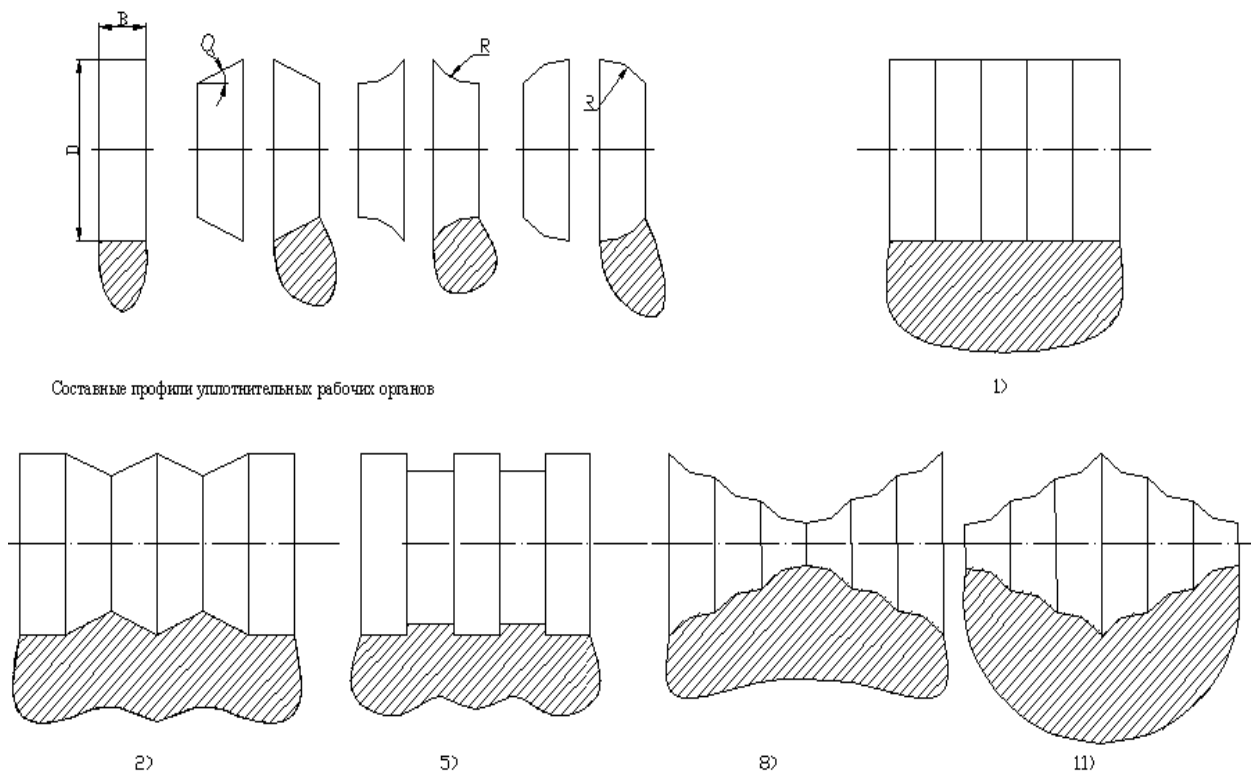
Аналіз форм поверхонь РО ГУМ включає опис форм їх елементів, виходячи з початкових умов і наступних параметрів:

- геометричні параметри усієї ГУМ і її окремих елементів;
- загальна маса ГУМ – M і окремих елементів – m_i ;
- симетричність і багаторівневе розташування елементів ГУМ;

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- геометричні форми РО ГУМ (конусність, криволінійність, опуклість і т. ін.).

Для ефективного виконання процесу ущільнення ґрунту необхідно, щоб РО (каток, плита) “пристосовувався” (адаптувався) до необхідних умов робіт, а саме оперативно змінював свою масу, розміри, профіль поверхні для того, щоб глибина ущільнення ґрунту за один прохід РО наближалася (в ідеальному випадку була рівна) до максимально можливої глибини ущільнюваного ґрунту в даному його стані. Таким чином, конструкцію катка з гладкою поверхнею можна узяти за основу для порівняння і на цій основі розчленувати її на складові у вигляді, наприклад, набірного катка з дисків, що мають різний профіль, а також закласти в конструкцію РО можливість зміни внутрішнього тиску в кожному елементі (диску) або його жорсткості. Залежно від ширини диска відносно ширини ущільнюваної смуги їх можна використовувати як самостійні РО, так і об'єднавши декілька дисків у один РО. Схеми варіантів виконання таких РО показані на рис. 6.3.



$D, d_1, d_2, B, \alpha, R^+, R^-$ – відповідно, діаметри, ширина кут нахилу та кривизна твірної секції катка;

Рис. 6.3. Схеми елементів РО та їх розташування залежно від спрямованості ущільнення (зона ЯУ заштрихована)

					ДІПТ. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Надалі планується складання комп'ютерної програми, що дозволяє за заданих ґрунтових умов і вимог споживача вибрати потрібний варіант набору елементів РО ГУМ.

Однією з головних задач для будь-якого будівництва доріг є відсутність деформацій „ґрунтової подушки”, на яку укладається робоча поверхня дороги. Цього можна досягти використанням більш щільних матеріалів, або зміною форми і розмірів ЯУ ущільненого ґрунту у ґрунтовому масиві і площі зовнішнього контакту ґрунт з РО ГУМ. З цього повинні виходити рекомендації на осьове навантаження РО ГУМ. Зменшення деформації призведе до підвищення комфортності, більш плавного руху, що дуже важливе на залізничній колії.

Залежно від типу катка і набору його елементів, ЯУ ґрунту матимуть різні форми, приклади деяких з них представлені на рисунку 6.3.

При використанні несиметричних катків можна використовувати радіальну складову сили руху на управління катком. Наприклад, якщо узяти конусоподібний РО катка, зробити його самохідним і рух спрямувати по спіралі, то можна здійснювати автоматичне керування рухом ГУМ статичної дії (наприклад, катком) при веденні робіт щодо ущільнення значних площ, наближених до прямокутного, квадратного або округлого майданчика.

6.3 Структурна формула РО ГУМ

Структурна формула РО представлена у вигляді таблиці 6.5.

Структурна формула РО ГУМ

Таблиця 6.5

Тип	Елементи РО										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
D ₁											
D ₂											
B											
R											

Перше поле таблиці – “тип” є складовими профілями робочих органів (рис. 6.4) ущільнювачів, подальші поля – геометричні розміри кожного елемента РО.

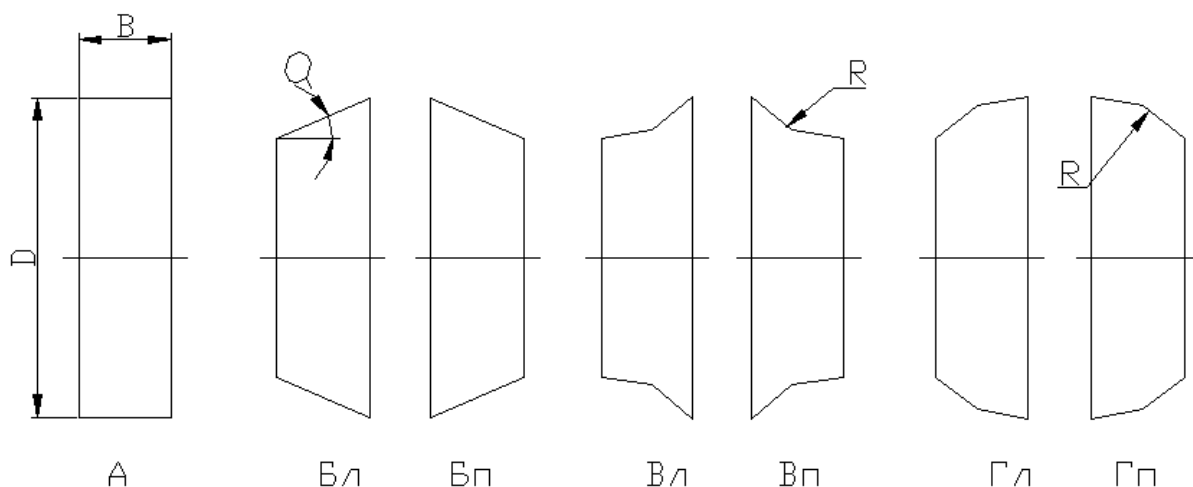


Рис. 3.4. Складові профілі РО ГУМ

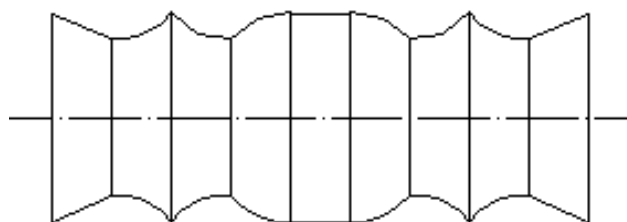


Рис. 3.5. Приклад набірного профілю РО ГУМ статичної дії (котка)

Приклад структурної формули РО ГУМ

Таблиця 6.6

Тип	Бп	Вл	Вп	Гп	А	Гл	Вл	Вп	Бл
D1	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
D2	900	900	900	900	900	900	900	900	900
В	300	300	300	300	300	300	300	300	300
R	-	500	400	600	-	600	400	500	-

6.4 Висновки за розділом

Зміни у схемах конструкцій робочих органів ґрунтоущільнюючих машин і їх робочих органів статичної і динамічної дії обумовлені технологічним,

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

кінематичним та конструктивним зв'язком між їх параметрами, де, зокрема, кінематичний зв'язок більш сильний, ніж технологічний, оскільки він припускає узгодженість (за режимними і силовими параметрами) функціональних пристроїв, які, зберігають здатність функціонування окремо один від одного, а конструктивний зв'язок найсильніший, оскільки він забезпечує не тільки узгодженість, але і поєднання функціональних пристроїв, які втратили здатність функціонування індивідуально.

Проаналізовані структурні формули, що роблять більш зручним аналіз ТП ущільнення ґрунтів і конструкцій ГУМ і пристроїв з врахуванням вплив вологості на щільність ґрунту. Наведені схеми адаптерних варіантів робочих органів ґрунтоущільнювальних машин та варіант формування їх структурної формули на базі найбільш поширених машин – катків з жорсткими і пневматичними вальцями.

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. ТЕХНІЧНІ ПРОПОЗИЦІЇ СХЕМ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТОУЩІЛЬНЮЮЧИХ МАШИН

7.1. Перспективні схеми ущільнюючих машин на базі котків

Удосконалення існуючих схем ґрунтоущільнюючих машин ведеться у різних напрямках. Зокрема, у нашому випадку мова буде йти про укрупнення типорозмірів ущільнюючих машин каткового типу за рахунок надання їм певних ознак машин суміжних підкласів. Наприклад, на базі традиційної ущільнюючої машини каткового типу можна застосувати:

зміну площі контакту робочого органу з ґрунтом за рахунок контакту різної кількості робочих органів з ґрунтом їх форми і розмірів;

зміну маси машини за рахунок баласту;

зміну величини і напрямку дії на ґрунт змушуючої сили за рахунок регулювання її величини і розташуванням робочого органа щодо бази машини;

зміну ширини ущільнювальної смуги за один прохід за рахунок поперечного зсуву і повороту робочих органів відносно власної вертикальної осі;

комплексну дію на ґрунт суміщених в одній машині робочих органів каткових і вібротрамбуючих машин;

перекіс осі катків в плані, що дасть можливість обмежити вихід ґрунту у бокові сторони відносно напрямку руху катка.

Розглянемо деякі приклади схем ґрунтоущільнюючих машин каткового типу.

Ґрунтоущільнююча машина (рис. 7.1) складається з рами 1 з висувними противагами 2, у якій послідовно встановлені опорні елементи 3 трьох катків 4 з можливістю регулювання кута відхилення від вертикалі змушуючої сили і власне конструкції кожного з опорних елементів за рахунок сферичних шарнірів 5, кронштейнів 6 і гідроциліндрів 7. кожен з опорних елементів має пружну підвіску 8, а кожен з катків – дебалансний контур 9.

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

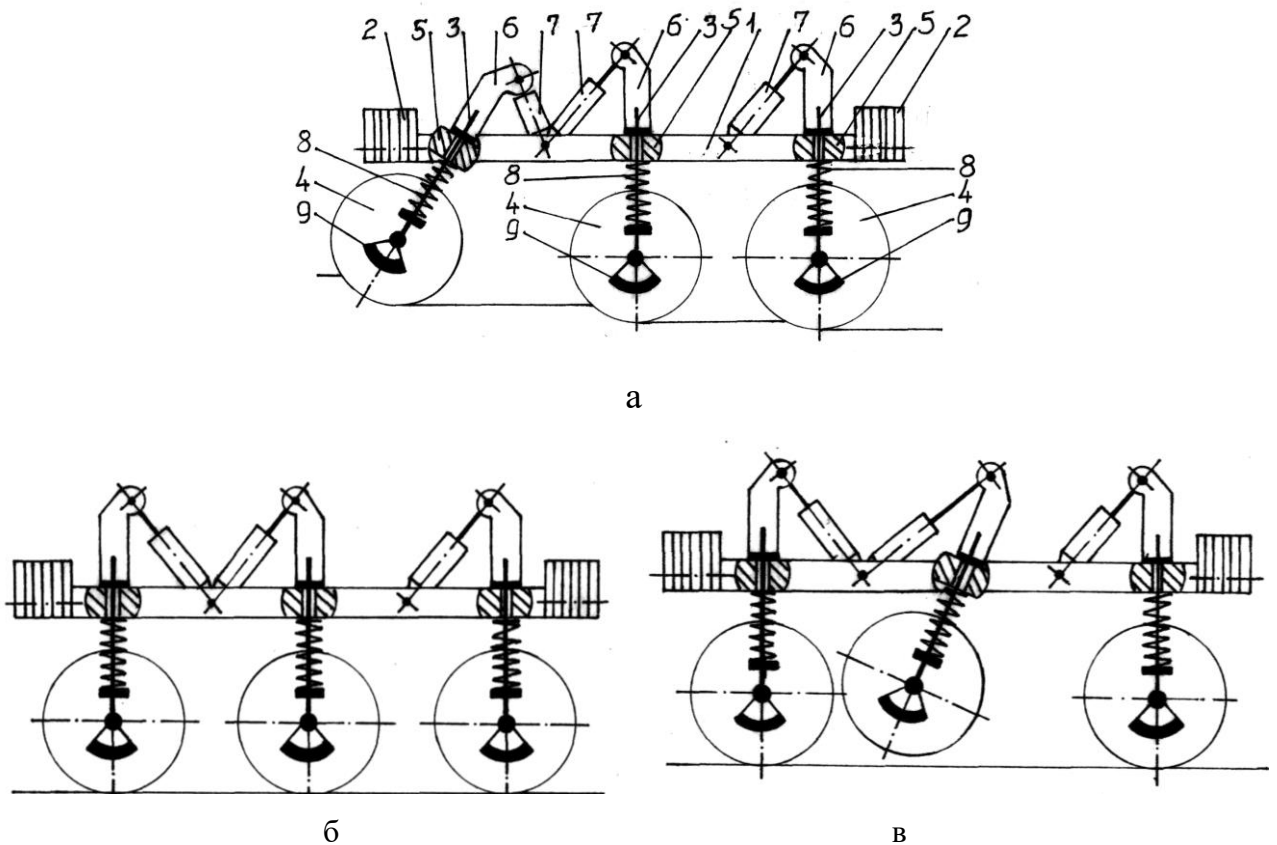


Рис. 7.1. Грунтоущільнююча машина

При цьому: за рахунок зміни відносного розташування катків по висоті (рис. 7.1, а) ми можемо розбивати товщину ущільнюваного ґрунту за один прохід на декілька зон; шляхом виводу кожного з катків з контакту з ґрунтом і використання противаг добиваємося зміни площі контакту робочих органів з ґрунтом, а також перерозподілу загальної маси катка між окремими опорними поверхнями (рис. 7.1, в); використанням дебалансних контурів із заданими частотою та черговістю обертання реалізуємо в одній машині ефекти легкого, середнього чи важкого катка (рис. 7.1, б).

Грунтоущільнююча машина (рис. 7.2) складається з рами 1 з висувними противагами 2, що керуються гідроциліндрами 3. У рамі встановлені середній 4 та крайні 5 і 6 катки з дебалансними контурами 7. При чому середній каток 4 має можливість вертикального переміщення за рахунок гідроприводу 8, а крайні катки 5 і 6 встановлені в рамі 1 з можливістю їх швидкої заміни залежно

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДІПТ. 630000. 303. МРПЗ

Арк.

6

від необхідної форми і розмірів твірної поверхні. Цьому сприяє кріплення 9 котка.

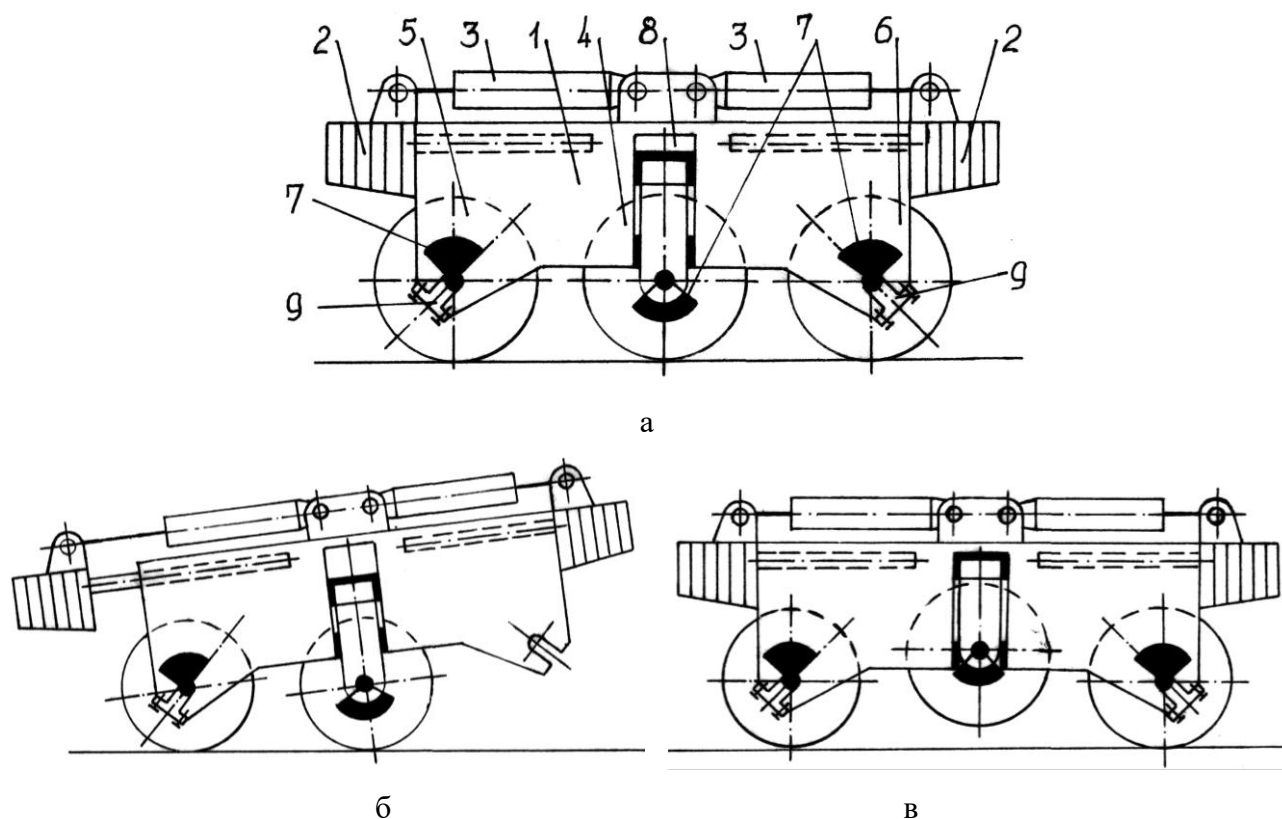


Рис. 7.2. Грунтоущільнююча машина

За рахунок висувних противаг 2 і висування середнього катка 4 один з крайніх катків 5 чи 6 вивішується над поверхнею ґрунту (рис. 7.2, б). Цю обставину можна використати як для зміни площі контакту катків з ґрунтом, так і для заміни крайніх катків. Крім того у цій конструкції реалізуються ті ж ефекти від змушуючої сили, що і у машини, показаній на рисунку 5.1, тобто зміна площі контакту (рис. 7.2, в) катків з ґрунтом та регулювання ваги за рахунок змушуючої сили віброконтурів.

Грунтоущільнююча машина (рис. 7.3) складається з рами 1, в якій закріплені середній 2 та крайні 3 і 4 катки з дебалансними контурами 5. Крайні катки 3 і 4 мають пружні опори 6, а середній 2 – механізми вертикального 7 і подовжнього 8 переміщення, які використовуються для вводу-виводу середнього катка у контакт з ґрунтом, переміщення середнього катка до любого

						ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			6

з крайніх і їх вивішування, а також для багаторазового зворотно-поступального руху середнього катка по ґрунту, який заміняє певну кількість повторних проходів машин по ґрунту. При цьому можна здійснювати поступове привантаження середнього катка 4 за рахунок гідроприводу аж до вивішування одного з крайніх катків, чи за рахунок віброконтуру і гідроприводу. В режимі віброукочування пружні елементи підвіски катків блокуються для застосування всієї маси катка у режимі вібротрамбування. На рисунку 5.3, б, в показані аналогічні варіанти привантаження крайніх катків за рахунок середнього та зміни загальної площі контакту катків з ґрунтом.

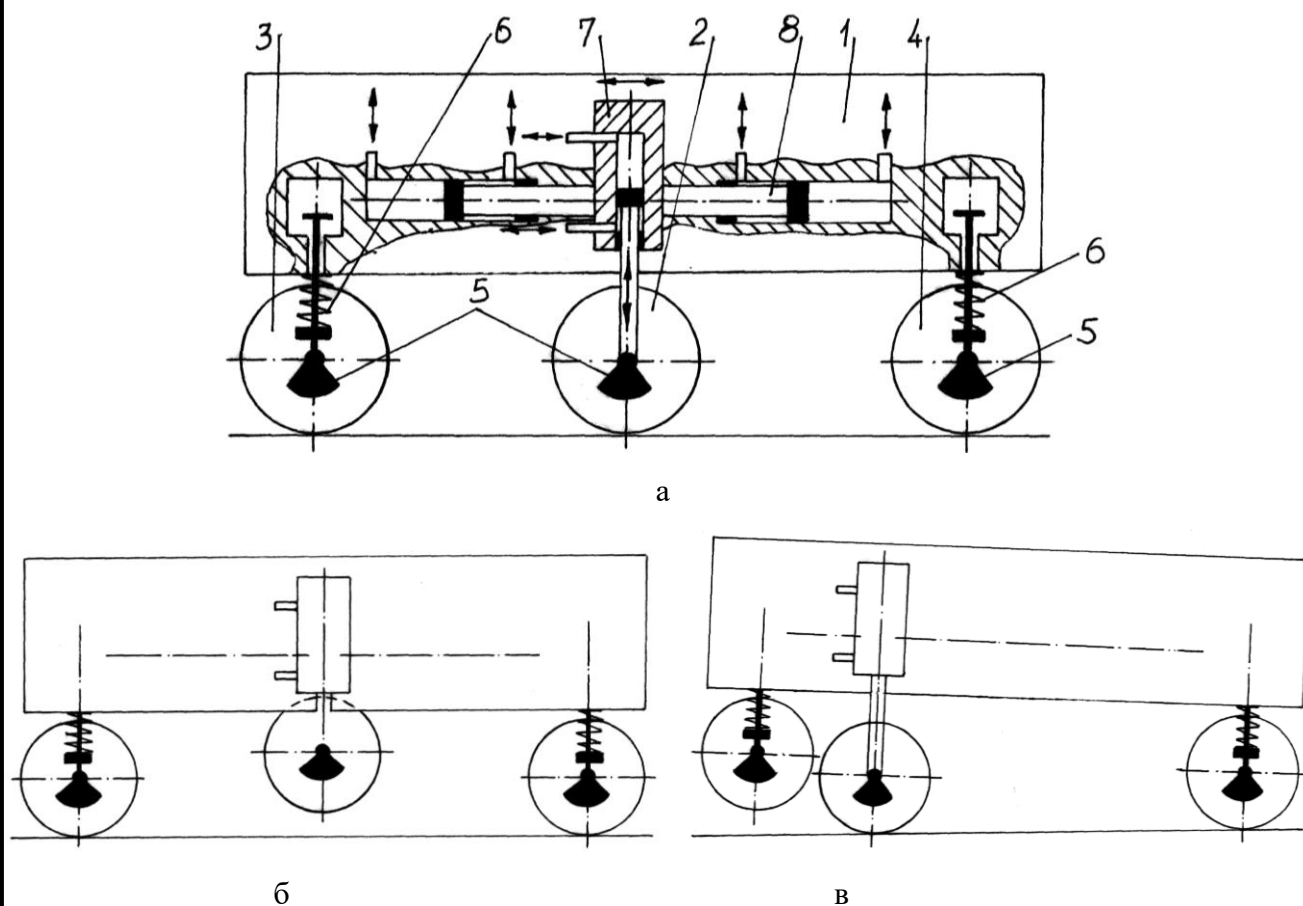


Рис. 7.3. Ґрунтоущільнююча машина

Ґрунтоущільнююча машина (рис. 7.4) складається з базової частини 1, до якої приєднані два робочі органи каткового типу 2 і 3 та віброплощадка 4, встановлена на проміжній рамі 5 з гідро керуванням 6. Всі робочі органи мають

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

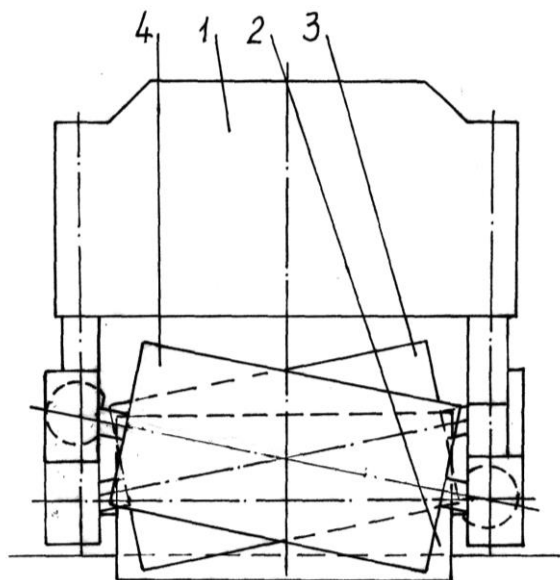


Рис. 7.5. Грунтоущільнююча машина

Остання обставина спрямована на утримання ґрунту від розповзання в сторони за рахунок пари катків, нахилених у протилежні сторони щодо подовжньої осі руху машини. Це можуть бути крайні катки або (що краще) середній з одним з крайніх.

Грунтоущільнююча машина (рис. 7.6) складається з базової частини 1 та трьох катків 2, 3, 4, з'єднаних з базовою частиною за допомогою шарнірів 5.

					ДІПТ. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

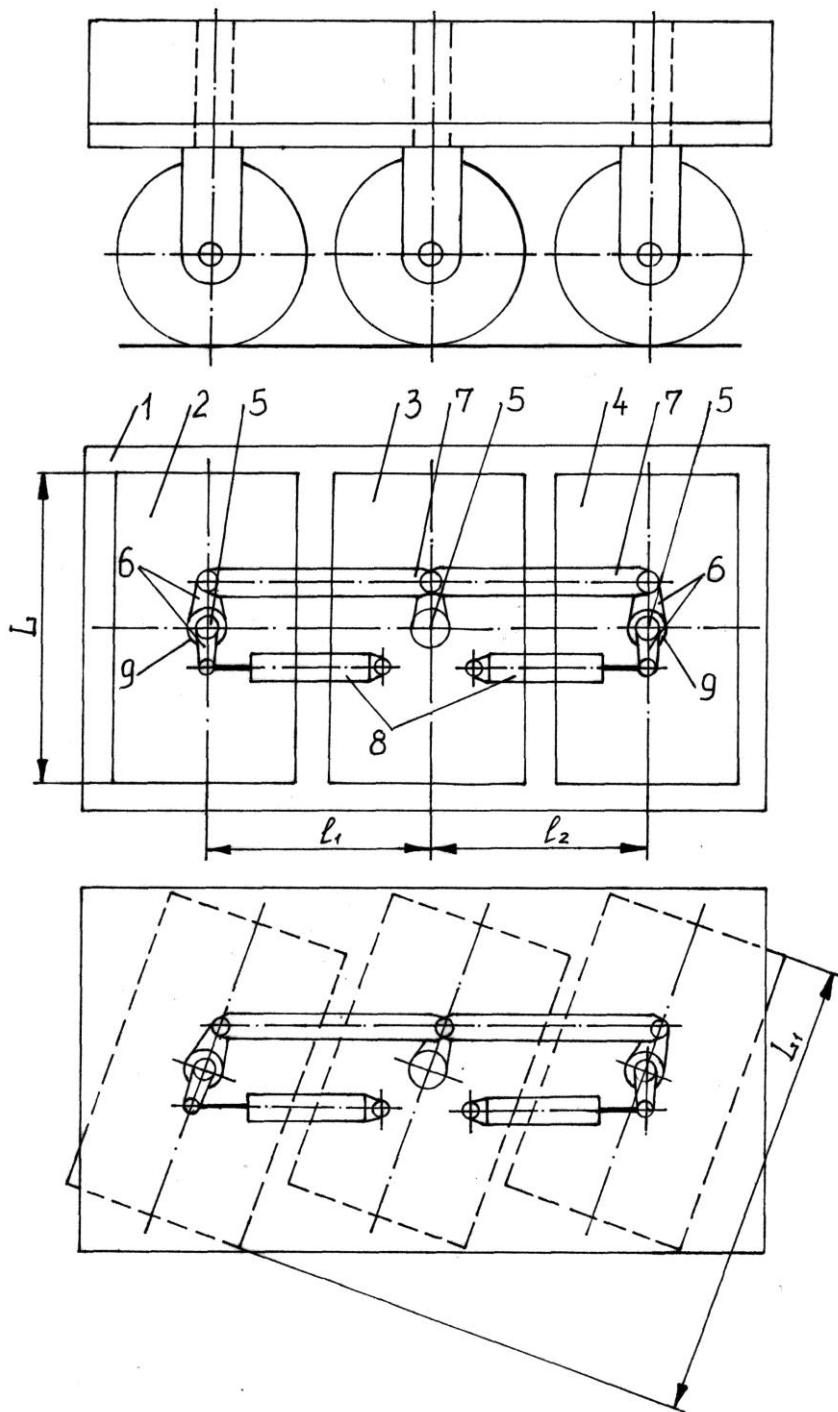


Рис. 7.6. Грунтоущільнююча машина

Система керування передбачає одночасний чи вибірковий поворот катків за допомогою важелів 6, тяг 7 і гідроциліндрів 8. Одночасність повороту забезпечуються муфтами 9, що встановлені в шарнірах катків. Такі можливості конструкції забезпечують традиційний варіант ущільнення трьома послідовно

									Арк.
									6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДІПТ. 630000. 303. МРПЗ				

розташованими катками, а також збільшення ширини смуги ущільнення за один прохід з можливістю керування поворотом машини.

Ці та інші варіанти конструктивних рішень розроблені на рівні заявки на винаходи та передбачають інтенсифікацію процесу ущільнення ґрунту за рахунок об'єднання відомих ефектів у нові компоновальні схеми машин.

7.2. Напрямки удосконалення ґрунтоущільнюючих машин і технологій їх застосування для ущільнення будови колії

Ґрунтоущільнюючі машини, що використовуються на сучасному рівні будівництва чи реконструкції будови колії, здебільшого мають робочі органи (РО) традиційного типу з простим чи рельєфним профілем робочої поверхні. Як правило, такі РО мають віброконтур з постійним вектором вібрації і регульованою змушуючою силою, що інтенсифікує ущільнення ґрунту.

Технологічно ГУМ застосовуються у традиційній послідовності (легкі, середні, важкі ГУМ) по мірі ущільнення ґрунту та у залежності від його фізико-механічних властивостей (для незв'язних чи слабо зв'язних ґрунтів – ГУМ вібраційної дії; для зв'язних - ГУМ статичної, віброударної і ударної дії).

При роботі таких ГУМ їх РО обмежені у своїй силовій дії на ґрунт його фізико-механічними властивостями і здатністю вислизати з-під РО при невиконанні умов балансу робочих напружень на межі контакту РО-ґрунт та міцності ґрунту.

Дослідження питань що зазначені вище, знайшло своє відображення в ряді робіт [28, 29, 30, 19, 21, 22, 31, 32]. Але вивчення питань, пов'язаних зі зміною профілю робочої поверхні РО ГУМ, вектором змушуючої сили і її величиною, раціональним поєднанням у одній ГУМ РО різних типів, та створенням умов для інтенсифікації ущільнення ґрунту є актуальним, оскільки безпосередньо пов'язане з підвищенням продуктивності роботи ГУМ, їх ефективним використанням і економією енергоресурсів.

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Актуальним питанням є обґрунтування умов прискореного ущільнення ґрунту шляхом блокування його розсування з-під РО ГУМ під час прискореного ущільнення, та зменшення кількості ГУМ у технологічному процесі.

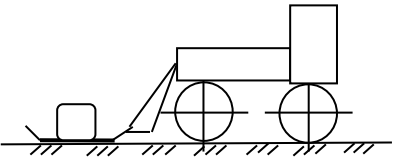
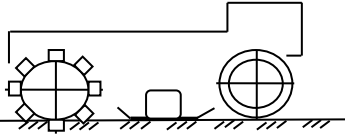
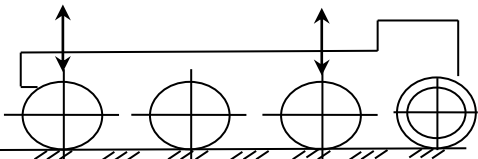
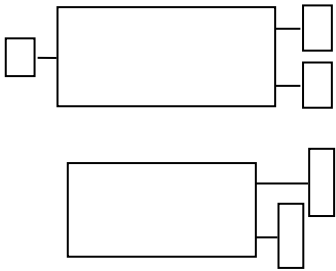
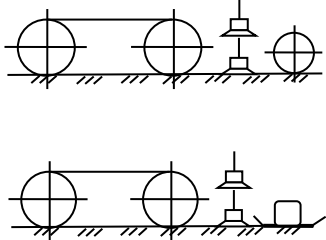
Досягнення поставленої мети забезпечується наступною послідовністю викладення матеріалу: встановлення критеріїв вибору параметрів РО ГУМ і оцінки результатів досліджень; пропозиції щодо принципів рішень РО і ГУМ; схеми РО і ГУМ; ескізи технічних рішень РО ГУМ і ГУМ; висновки і напрямки подальших досліджень.

При знаходженні раціональних і оптимальних рішень враховані критерії: максимальна продуктивність при максимальному об'ємі щільної зони ґрунту, названої ядром ущільнення (ЯУ); оптимальна витрата енергоносіїв; мінімум вартості робіт у межах заданого часу при обмеженнях: за потужністю двигуна; за швидкістю пересування на заданій ділянці ущільнення; за габаритними розмірами РО ГУМ.

Для ефективного виконання процесу ущільнення ґрунту необхідно, щоб РО ГУМ (коток, плита) адаптувалися до необхідних технологічних умов виконання робіт, а саме оперативно змінювали свою масу, розміри, профіль поверхні для того, щоб ефективність ущільнення ґрунту за один прохід РО була максимально можливою для ґрунту у даному його стані. Таким чином, конструкцію РО ГУМ з гладенькою поверхнею можна взяти за основу для порівняння і на цій основі поділити її на складові у вигляді, наприклад, набірного РО з дисків, секцій і т. ін., що мають різний профіль, а також закласти у конструкцію РО з еластичним каркасом можливість зміни внутрішнього тиску у кожному елементі або його жорсткості. Залежно від розміру елементів РО порівняно з шириною ущільнюваної смуги ґрунту їх можна використовувати як самостійні РО, так і об'єднавши декілька елементів у один РО. Схеми варіантів виконання таких РО і можливі форми ЯУ показані на рисунку 1 та наведені у таблиці 7.1.

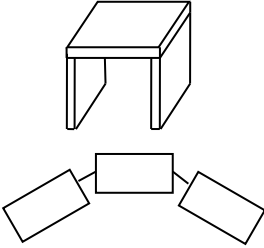
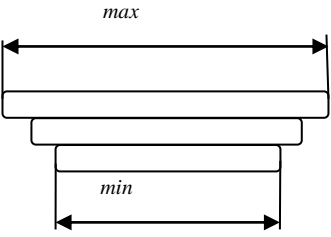
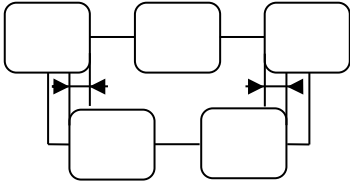
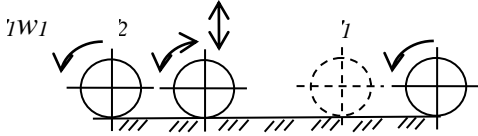
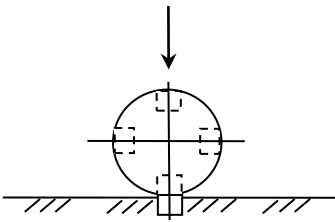
					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Варіанти поєднання РО ГУМ для прискорення ефективного ущільнення ґрунту

Схема ГУМ	Очікувані напрямки інтенсифікації процесу ущільнення ґрунту
	<p>1. Попереднє ущільнення ґрунту, довантаження котка віброплитою. Три етапи ущільнення за один прохід за рахунок реалізації змушуючих сил окремими РО.</p>
	<p>2. Ущільнення верхнього шару ґрунту, довантаження гладенького котка віброплитою, кулачковим котком чи віброкотком.</p>
	<p>3. Зміна площі контакту РО з ґрунтом шляхом поступового вибіркового виводу з контакту з ґрунтом його елементів і (або) використання в них вібрації.</p>
	<p>4. Відсутність неуцільнених зон після проходу трамбуючої машини за рахунок перекриття зон трамбування шляхом:</p> <ul style="list-style-type: none"> – встановлення третьої плити; – розміщення плит з перекриттям смуг ущільнення; - регулювання і співставного вибору сили удару плит, їх габаритних розмірів, площі поверхні контакту РО з ґрунтом (телескопічна плита, плита з висувними секціями); збільшення сили удару за рахунок надання початкового прискорення; надання кожній плиті амплітуди і частоти.
	<p>5. Вигладжування поверхні за рахунок віброплити; віброкотка, котка статичної дії, що приєднані до трамбуючої машини, їх використання при останньому проході.</p>

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Продовження таблиці 7.1

	<p>6. Блокування ґрунту від його зсуву в сторони за рахунок:</p> <ul style="list-style-type: none"> – форми поверхні РО; – розташування РО; – порядку роботи РО.
	<p>7. Поступове наближення тиску РО на ґрунт до межі міцності ґрунту шляхом зміни площі РО. Автоматична зміна площі контакту РО з ґрунтом в залежності від щільності ґрунту на проміжних стадіях ущільнення.</p>
	<p>8. Збільшення ширини ущільнюваної смуги і зменшення кількості проходів за рахунок зчеплення декількох віброплит, схожих за характеристиками. Автоматична зміна швидкості руху віброплити залежно від щільності ґрунту.</p>
	<p>9 Зменшення кількості проходів ГУМ за рахунок багаторазового зворотно-поступального руху середнього вальця між крайніми вальцями зі швидкістю $v_2 \gg v_1$.</p>
	<p>10 Відсутність руйнування ґрунту при виході з нього кулачків за рахунок керування моментом входу – виходу елементів РО з котка у масив ґрунту (із застосуванням імпульсу).</p>

Закінчення таблиці 7.1

<p>а) б) в) г) д)</p>	<p>11 Схемограма процесу ущільнення ґрунту котковим РО чи плитою вібраційної і ударної дії зі змінним адаптерним профілем робочої поверхні для ілюстрації збільшення ущільненої зони за рахунок блокування ґрунту висувними секціями РО певної форми і розмірів (як варіант можна дані профілі виконати у вигляді тіл обертання), що передбачає використання властивостей ґрунту для його кращого ущільнення: а – РО традиційного профілю; б – блокування розсування ґрунту крайніми зовнішніми секціями; в – ущільнення блокованого ґрунту внутрішніми секціями РО; г, д – варіанти взаємного розташування секцій РО в залежності від необхідних технологічних умов і фізико-механічних властивостей ґрунту.</p>
<p>а) б)</p>	<p>12. Різна форма елементів РО, що контактують з ґрунтом, їх кількості та порядку занурення (спочатку 1...12, потім 13...20, потім 21...24, або 13...20, потім 1...12, потім 21...21 та ін.).</p>

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДІПТ. 630000. 303. МРПЗ

Арк.

6

При укочуванні свіжо відсипаного ґрунту важким двовальцевим котком з гладенькими вальцями доцільно попередньо ущільнити ґрунт віброплитою, що має адаптерну робочу поверхню відповідної форми (рис. 7.8). Враховуючи те, що зв'язні ґрунти ущільнюються вібруванням на невелику глибину і схильні до розсування у бічні сторони під дією важкого котка у разі його використання на першій стадії ущільнення розпушеного ґрунту, віброплита відіграватиме роль легкого котка, але буде ефективніше діяти на ґрунт і матиме можливість змінювати величину і вектор змушуючої сили за технологічною необхідністю. Внаслідок цього ущільнювальний шар ґрунту набуватиме достатньої міцності, і не руйнуватиметься під дією вальця 2 чи 3 важкого котка. Віброплита 1 встановлюється на шарнірно з'єднану з котком раму 4 з приводом від гідроциліндрів 5.

Можливість реалізації ущільнення за один прохід за рахунок поетапного підвищення змушуючих сил окремих РО ГУМ досягається використанням регульованих віброконтурів. Також віброплита являється довантаженням до котка, і може бути використана при роботах у стислих умовах.

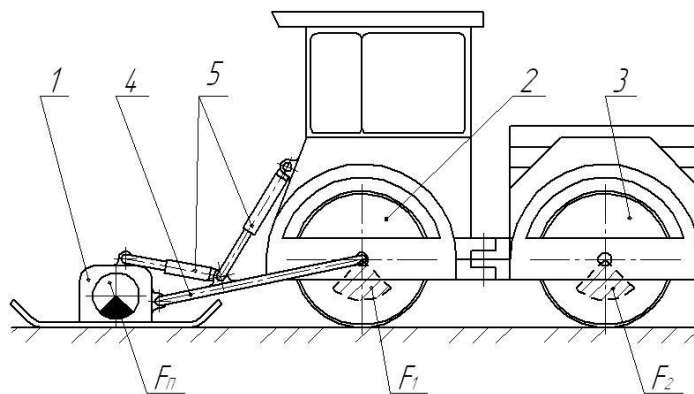


Рис. 7.8. Гладеньковальцевий коток з віброплитою

Відомо, що при ущільненні ґрунту кулачковим котком поверхня ущільнювального верхнього шару залишається дещо розпушеною.

Для усунення цього недоліку, доущільнення і вигладжування шару ґрунту можна встановити на ГУМ віброплиту 1 (рис. 7.9). При виконанні робіт, де розвороти ГУМ на ділянці неможливі, наприклад, недостатня ширина насипу,

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

При ущільненні ґрунту тракторними трамбівками з падаючими плитами неминуче утворюється недоущільнена зона шару ґрунту, що знаходиться між боковими внутрішніми площинами плит. Цю задачу можна вирішити за рахунок встановлення третьої плити 1 (рис. 7.11, а), або розміщення плит таким чином, щоб одна плита перекривала смугу ущільнення іншої (рис. 7.11, б).

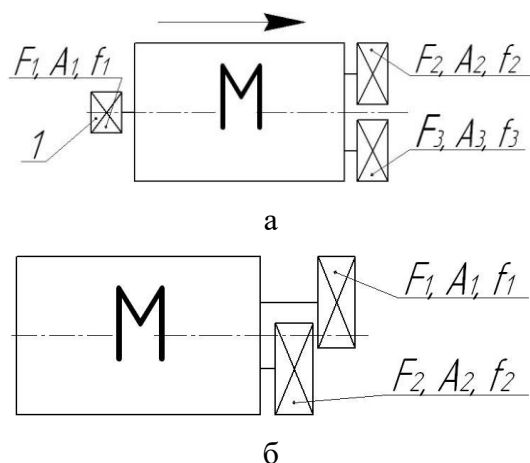


Рис. 7.11. Розміщення трамбуєчих плит тракторної трамбівки (плити умовно показані перекресленими по діагоналях прямокутниками, а машина тягач – прямокутником з буквою «М»)

Причому сила удару першої плити менша сили другої і третьої, що дорівнюють одна одній (рис. 7.11, а) і габаритні розміри плит повинні бути зменшені відповідно. Також можливе регулювання площі контакту поверхні плити з ґрунтом, наприклад, шляхом встановлення телескопічної плити або плити з висувними секціями. При цьому можна отримати збільшення сили удару за рахунок надання початкового прискорення для кожної з плит зі своєю індивідуальною амплітудою A і частотою ударів f (рис. 7.11). З іншого боку, проблема вирішується шляхом причеплення до трактора-тягача віброплити (рис. 7.12, а), або віброкотка (рис. 7.12, б). Вони не тільки додатково ущільнюють шар ґрунту, але і здійснюють його вигладжування.

При зміні напрямку руху ГУМ можна ефективно ущільнювати як зв'язні, так і незв'язні ґрунти різного ступеня розпушення.

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

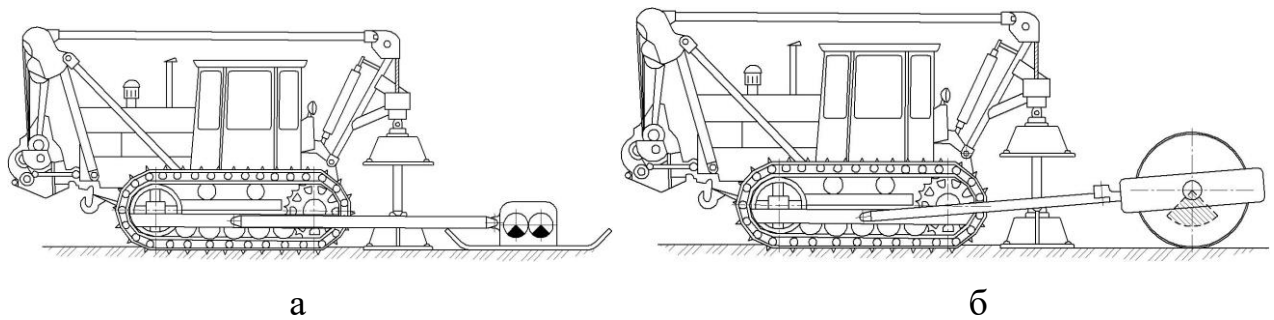


Рис. 7.12. ГУМ комбінованої дії

Для ущільнення всієї ширини насипу разом із відкосами можуть бути створені порівняно великі і специфічні для кожного з профілю дороги ГУМ коткового типу (рис. 7.13, а) і трамбуючі, вібраційні чи комбіновані плити (рис. 7.13, б). Таким чином, створюються умови для блокування ґрунту від його зсуву з-під РО у сторони за рахунок форми поверхні РО та їх розташування.

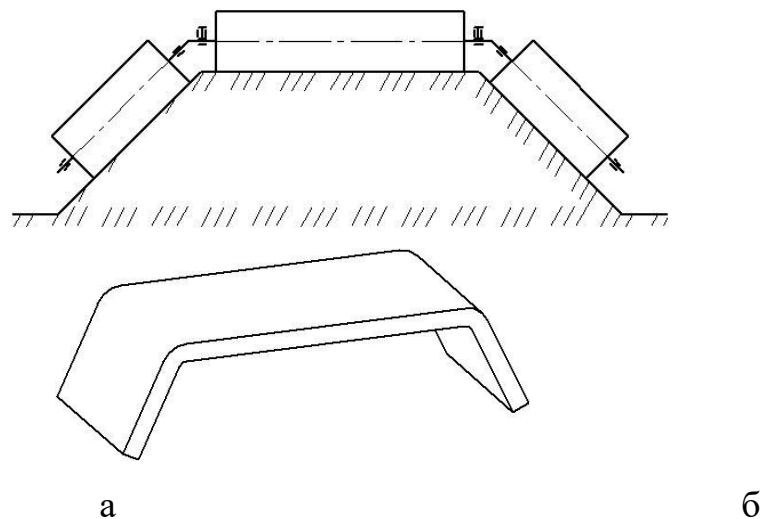


Рис. 7.13. Схеми РО ГУМ, що ущільнюють всю ширину насипу за один прохід

Можливість регулювання контактного тиску РО віброплити на ґрунт досягається телескопічним виконанням її поверхні (рис. 7.14), а саме: при постійній масі віброплити, коли площа контакту її РО максимальна, контактний тиск на ґрунт при цьому буде мінімальний. І навпаки, при мінімальній площі контакту РО, контактний тиск - максимальний. Таким чином, ефективно ущільнення ґрунту забезпечується за рахунок автоматичної зміни площі

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

контакту РО з ґрунтом в залежності від щільності ґрунту на проміжних стадіях його ущільнення.

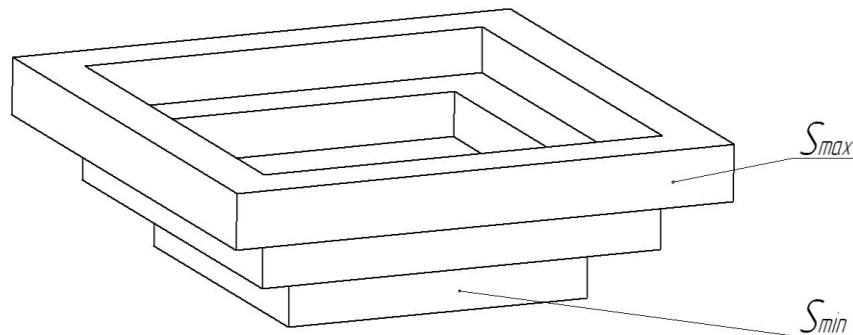


Рис 7.14. Телескопічна плита

Щоб зменшити кількість проходів ГУМ по ущільнювальній ділянці, для досягнення необхідної щільності ґрунту може бути використана ГУМ з трьома РО коткового типу зі зворотно-поступальним рухом одного чи декількох з них, відносно бази ГУМ у подовжньому чи поперечному напрямках (рис. 7.15). Це досягається шляхом багаторазового походження одним з РО (наприклад, середнім) ділянки ущільнення, що знаходиться між іншими РО ГУМ. Тобто його кутова швидкість повинна бути набагато більша, ніж кутова швидкість останніх і кратна їй. У ролі РО ГУМ можуть виступати як вібраційні гладенькі і кулачкові вальці, так і пневмоколеса.

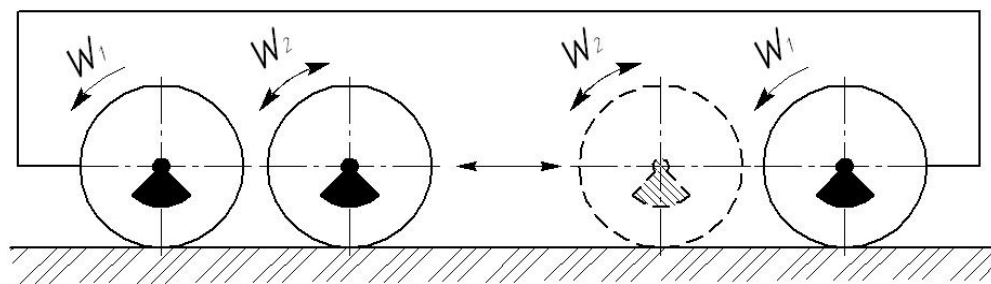


Рис. 7.15. ГУМ зі зворотно-поступальним рухом середнього вальця

Для збільшення ЯУ може бути використана плита з висувними секціями-плитами (рис. 7.16). Спочатку у ґрунт занурюються крайні секції, з наступним почерговим попарним опусканням інших секцій, закінчуючи середньою. Таким чином, рухаючись до середини, ущільнювальний ґрунт знаходиться між протилежними плитами-секціями, які не дають йому розходитись у сторони з-

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

під РО, і, як наслідок, ґрунт рухається максимальним об'ємом до центру ЯУ в ущільнену зону відповідним найкоротшим шляхом, ущільнюючись і формуючи ЯУ, а також виступає передаточною ланкою між РО і неущільненим ґрунтом.

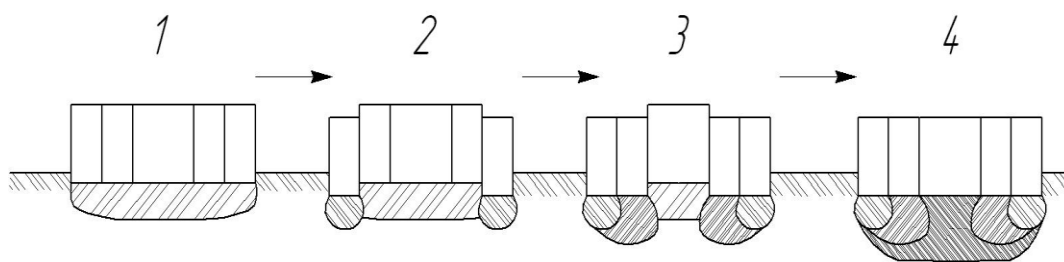


Рис. 7.16. Плита з висувними секціями-плитами

Цього ефекту досягає і плита із висувними секціями різної форми і взаємним їх розташуванням. Секції можуть рухатись одна відносно іншої у різних комбінаціях, в залежності від бажаного отримання форми і об'єму ЯУ. Варіант такої плити представлений на рисунку 7.17. На початковому етапі плита ущільнює ґрунт тільки своєю опорною площиною, без висування секцій. Потім занурюються у ґрунт ряди секцій, що знаходяться по зовнішньому периметру, і з наступним зануренням рядів секцій наступного порівняно меншого периметру, і до найменшого. Внаслідок таких операцій утворюється сконцентроване ЯУ.

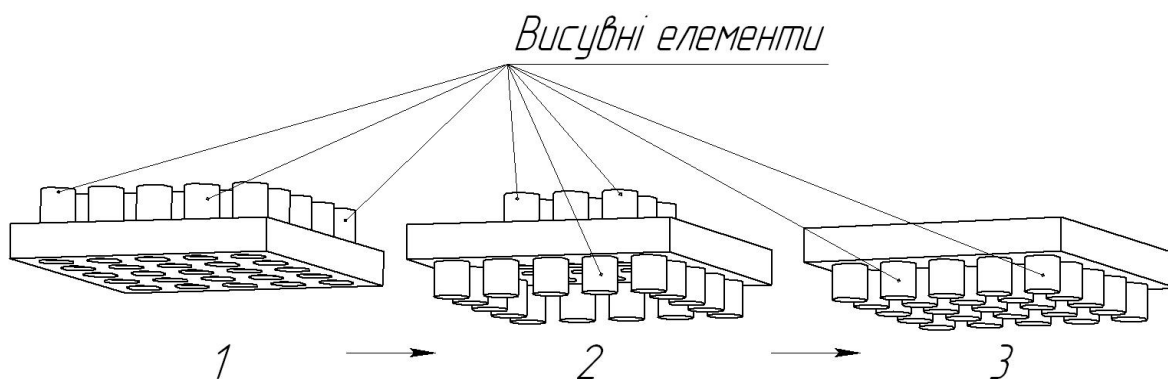


Рис. 7.17. Плита із висувними секціями різної форми

З метою поєднання ефекту ударної дії на ґрунт і укочування, запропонована схема вальця з падаючими секціями (рис. 7.18, а).

Під час руху вальця у певний момент часу відносно нього переміщається секція і ударяє по ґрунті. Потім валець наїжджає на секцію і втискає її своєю масою ще глибше у ґрунт. Таким чином відбувається ущільнення. Одним із недоліків цієї конструкції є те, що такий ефект можливий тільки при одному напрямку обертання вальця. Для усунення вказаного недоліку передбачена можливість перезакріплення рухомих секцій залежно від напрямку руху, а у певних технологічних умовах рухомі секції закріплюються з обох сторін і РО працює як коток статичної дії.

Щоб досягти руху кулачка 1 кулачкового котка вертикально вниз з постійним контактом його робочої поверхні з ґрунтом запропонована схема вальця з рухомими кулачками (рис. 7.18, б). При цьому, форма кулачків у межах одного РО така, що не руйнує вже ущільнений ґрунт.

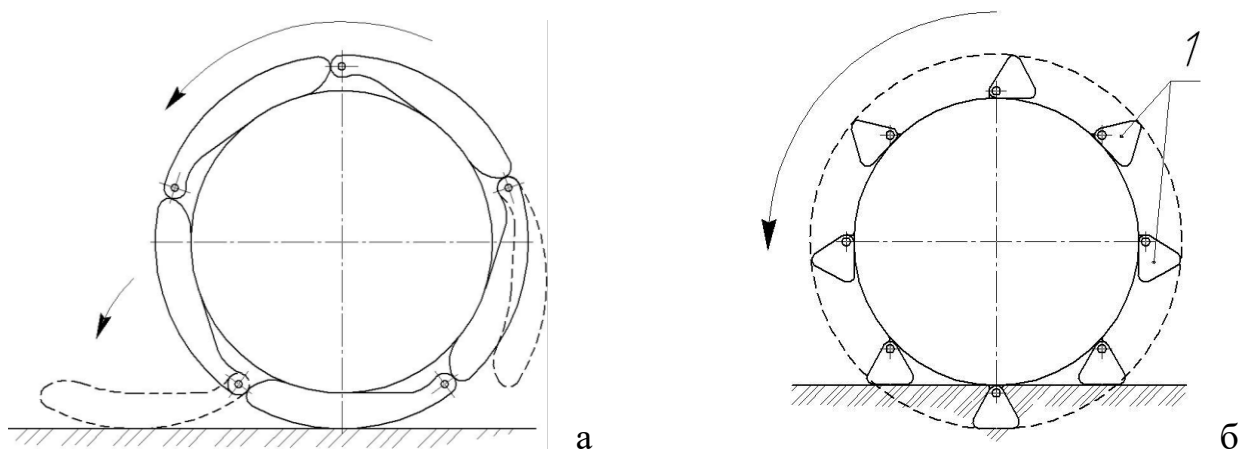


Рис. 7.18. Валець з падаючими секціями (а) та з рухомими кулачками (б)

З частковим вирішенням проблеми руйнування ґрунту при виході з нього кулачка кулачкового котка і додаванням переваг гратчастого вальця запропонована схема гратчастого вальця з вбудованим у нього кулачковим вальцем (рис. 7.19).

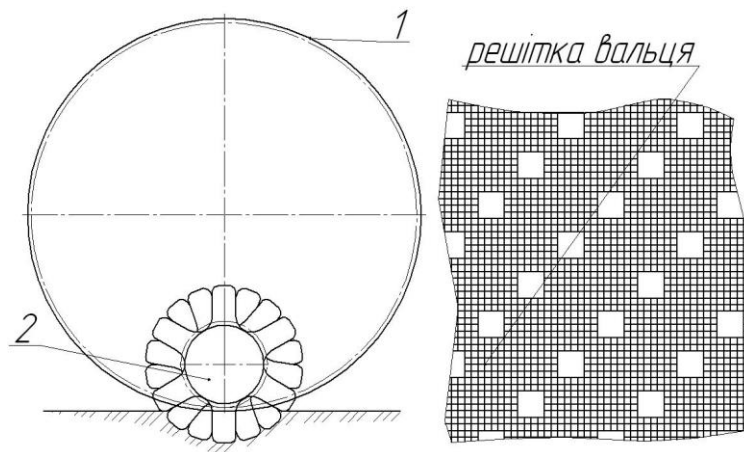


Рис. 7.19. Гратчастий валець з вбудованим у нього кулачковим вальцем

Кулачковий 1 і гратчастий 2 вальці з'єднані між собою зубчатим зачепленням, що забезпечує рівномірний відносний рух. У решітці гратчастого вальця є отвори для проходження через них кулачків, і в результаті відбувається взаємне їх очищення від налиплого ґрунту. Оскільки кожний із вальців привідний і кулачковий валець має можливість вивішуватись, то можливе використання як самого гратчастого вальця, так і його поєднання із кулачковим, що розширює область застосування запропонованого комбінованого вальця.

Схеми РО ГУМ коткового типу з різним виконанням збудників вібрації представлені на рисунку 7.20.

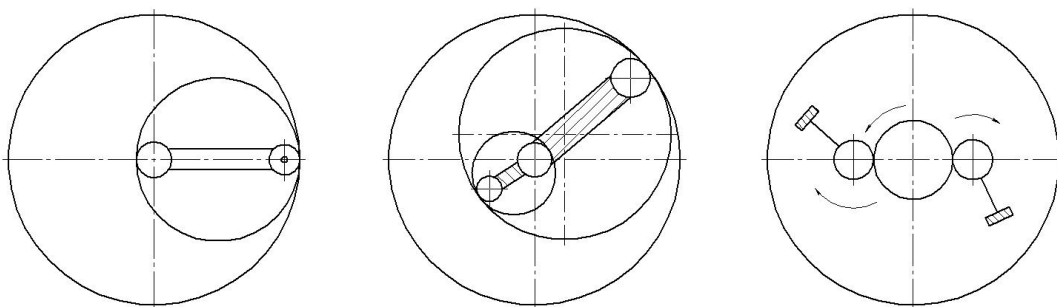


Рис. 7.20. Схеми вальців з різним виконанням збудників вібрації

Ущільнення ґрунту за рахунок динамічної дії падаючих мас, що знаходяться усередині вальця, має місце у наступних схемах вальців (рис. 7.21).

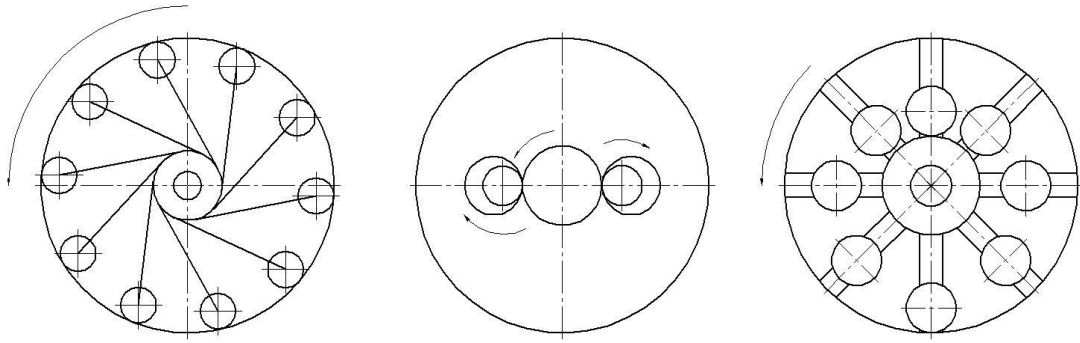


Рис. 7.21. Схеми вальців з падаючими масами

Валець з фасонною внутрішньою поверхнею (рис. 7.22, а) діє на ґрунт за рахунок перекочування і з імпульсними ударами по його внутрішній поверхні вбудованого елемента.

Перетворення енергії обертання ексцентрика у енергію поступального руху кулачка показано на принциповій схемі вальця (рис. 7.22, б).

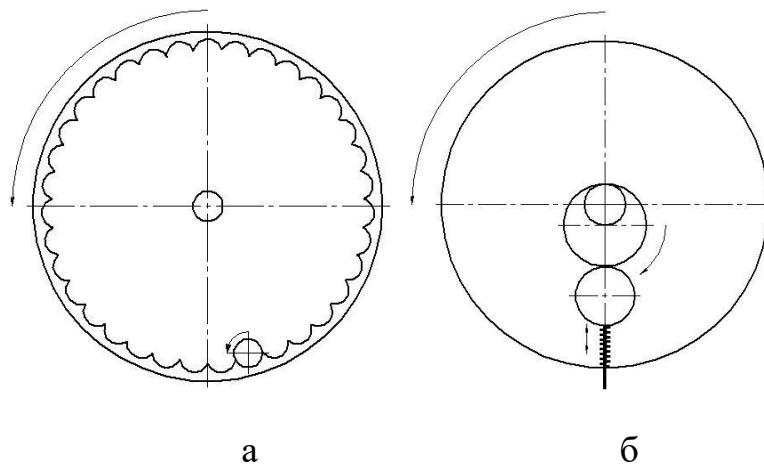


Рис. 7.22. Валець з фасонною внутрішньою поверхнею (а)
та з висувним кулачком (б)

У загальному випадку певна група РО ГУМ коткового і плоского типу, які утримували б ґрунт від розсування з-під робочих поверхонь, можуть бути сформовані на основі РО ГУМ традиційної форми шляхом встановлення на їх робочих поверхнях змінних елементів (рис. 7.23).

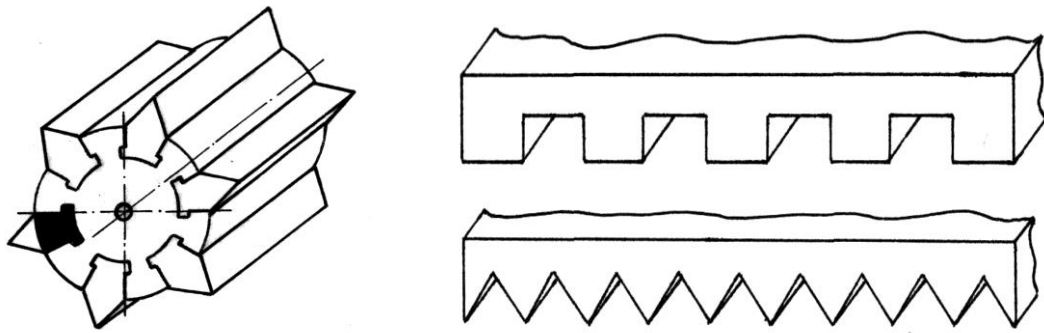


Рис. 7.23. РО ГУМ зі змінними елементами

При цьому змінні елементи можуть бути виконані таким чином, щоб робоча поверхня РО ГУМ, на якій вони будуть встановлені, залишалася незмінною, або іншої зручної для монтажу-демонтажу форми при проектуванні РО ГУМ нового покоління.

Складовими елементами РО ГУМ у загальному випадку можуть бути: форма основної поверхні (циліндрична, профільна, багатогранна, плоска, комбінована); форма змінних елементів (кулачки, пластини, комбіновані); спосіб встановлення змінних елементів (постійно, бандажі суцільні і роз'ємні, висувні, секції-вставки, комбіновані) (рис. 7.24).

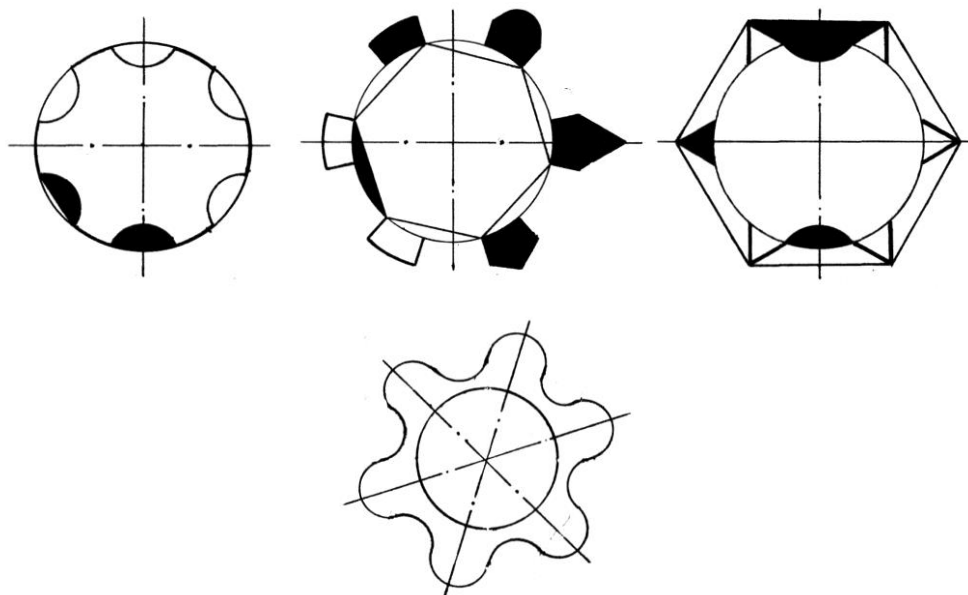


Рис. 7.24. Складові елементи РО ГУМ (змінні елементи основних поверхонь і їх виступаючих частин затушовані чи представлені принципово у вигляді окремих зразків з можливістю різних варіантів їх поєднання

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДІПТ. 630000. 303. МРПЗ

Арк.

6

7.3. Висновки і перспективи досліджень

Обґрунтовані умови прискореного ущільнення ґрунту шляхом блокування його розсування з-під РО ГУМ під час прискореного ущільнення, та зменшення кількості ГУМ у технологічному процесі.

Подальші дослідження спрямовані на можливість створення необхідного профілю РО на основі бажаного ЯУ і структурної формули РО ГУМ. При цьому, замінивши у РО елементи відповідними математичними моделями, можна отримати загальну математичну модель РО ГУМ, а також профіль РО ГУМ, виходячи із заданих енерговитрат і технологічних вимог.

					ДІПТ. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

8.1 Вимоги безпеки праці під час виконання робіт з модернізації та експлуатації профільного котка

В даній магістерській роботі розглядається дослідження раціональної форми і технологічних схем роботи профільних котків. Робота виконується з метою поліпшення групи коткових ґрунтоущільнювальних машин при роботі з насипними ґрунтами.

Котки призначені для ущільнення основ і покриттів з асфальтобетонних сумішей, а також для пошарового ущільнення ґрунтів, гравійно-щебених і стабілізованих матеріалів.

Експлуатація будівельних машин має здійснюватися за параметрами, що визначені технічним паспортом та іншими регламентованими вимогами до застосування машин.

До початку виконання робіт з застосуванням машин керівник робіт повинен визначити робочу зону машини і межі небезпечних зон, що створюються під час її роботи. При цьому повинна забезпечуватись оглядовість робочої зони з робочого місця машиніста. У випадку недостатності поля огляду машиністу повинен бути виділений сигнальник; між сигнальником і машиністом повинен бути встановлений надійний двосторонній зв'язок (включаючи телефонний чи радіозв'язок). Використання проміжних сигнальників для передачі сигналів машиністу не допускається.

Зі значенням сигналів, що подаються у процесі роботи і пересування машини, повинні бути ознайомлені всі особи, що пов'язані з її роботою.

Небезпечні зони, що виникають при експлуатації машин, повинні бути визначені при розробці будгенплану об'єкту та позначені на території будівельного майданчика знаками безпеки та попереджувальними написами.

При розміщенні і експлуатації машин, транспортних засобів повинні бути

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вжиті заходи, що попереджають їхнє перекидання чи самовільне пересування під дією вітру, при ухилі місцевості чи осіданні ґрунту.

Переміщення, установка і робота машин поблизу виїмок (котлованів, траншей) з незакріпленими укосами дозволяється тільки за межею призми обвалення ґрунту на відстані, що встановлюється проектом виконання робіт.

Будівельно-монтажні роботи з переміщенням машин в охоронній зоні діючої лінії електропередачі слід проводити під безпосереднім керівництвом особи, відповідальної за безпеку виконання робіт, за наявності письмового дозволу організації-власника лінії та наряду-допуску, що визначає безпечні умови робіт.

При установленні будівельних машин та використанні транспортних засобів з кузовом, що піднімається, в охоронній зоні повітряної лінії електропередачі необхідно зняти напругу з повітряної лінії електропередачі.

При переміщенні машини, транспортного засобу своїм ходом, на буксирі або на транспортних засобах по дорогах загального призначення повинні виконуватися правила дорожнього руху.

Транспортування машин, транспортних засобів через природні перешкоди або штучні споруди, а також через залізничні переїзди, що не охороняються, допускається тільки після обстеження стану шляху руху.

За необхідності шлях руху машини, транспортного засобу повинен бути спланований та закріплений з урахуванням вимог, наведених в експлуатаційній документації машини, транспортного засобу.

При експлуатації машин, що мають рухомі робочі органи, необхідно запобігти доступу людей до небезпечної зони роботи, межа якої встановлена на відстані не менше 5 м від граничного положення робочого органу, якщо в інструкції заводу-виготовлювача відсутні інші вимоги.

Під час виконання земляних та інших робіт, пов'язаних з розміщенням робочих місць у виїмках (котлованах і траншеях), необхідно передбачати заходи щодо попередження впливу на працівників наступних небезпечних і

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шкідливих виробничих факторів, пов'язаних з характером роботи:

- 1) обвалення гірських порід (грунтів);
- 2) предмети (шматки породи), що падають;
- 3) машини, що рухаються, їхні робочі органи, предмети, що ними переміщуються;
- 4) електричний струм, що може створювати електричні ланцюги, замикання яких може відбутися через тіло людини;
- 5) недостатнє освітлення робочої зони;
- 6) підвищений рівень шуму та вібрації на робочому місці;
- 7) підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- 8) хімічно-небезпечні і шкідливі виробничі фактори;
- 9) патогенні мікроорганізми.

При розробці, транспортуванні, розвантаженні, плануванні і ущільненні ґрунту двома і більше самохідними або причіпними машинами (скрепери, грейдери, котки, бульдозери та ін.), які рухаються один за одним, необхідно дотримувати відстань між ними не менше 5 м.

При роботі асфальтоукладачів і котків забороняється:

- входити на майданчик управління до повної зупинки машини;
- знаходитися стороннім особам у зоні дії робочих органів;
- регулювати роботу ущільнюючих органів;
- залишати без нагляду машини з працюючими двигунами;
- ремонтувати шнеки, живильники та інші механізми.

При тривалих перервах у роботі (6 год і більше) асфальтоукладачів і катки необхідно очистити, встановити в один ряд і загальмувати.

З обох сторін колони машин слід ставити огороження з червоними сигналами: вдень - прапорці, вночі - ліхтарі.

8.1.1 Підвищений рівень шуму на робочому місці

Шум – один з більш розповсюджених несприятливих фізичних причин

					ДІПТ. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

навколишнього середовища, які купують принципове соціально-гігієнічне значення, у зв'язку з урбанізацією, також механізацією і автоматизацією технологічних дій, майбутнім розвитком дизелебудування, реактивної авіації, транспорту. людей, складає 45...60 дБ.

Для гігієнічної оцінки шум підрозділяють:

- за характером діапазону - на широкосмуговий з безперервним діапазоном шириною найбільш однієї октави і тональний, у діапазоні якого є дискретні тони;
- за спектральним складом - на низькочастотний (максимум звукової енергії припадає на частоти нижче 400 Гц), середньо частотний (максимум звукової енергії на частотах від 400 до 1000 Гц) і частотний (максимум звукової енергії на частотах вище 1000 Гц);
- за тимчасовими - на незмінний (рівень звуку змінюється в часі але більш ніж на 5 Дб - за шкалою А) і непостійний.

Реакція людини на шум різна. Деякі люди терпимі до шуму, у інших він викликає роздратування, прагнення піти від джерела шуму. Психологічна оцінка шуму в основному базується на понятті сприйняття, причому велике значення має внутрішня налаштування до джерела шуму. Вона визначає, чи буде шум сприйматися як заважає. Часто шум, відтворений самою людиною, не турбує його, в той час як невеликий шум, викликаний сусідами або яким-небудь іншим джерелом, надає сильний подразнюючий ефект.

Санітарні норми допустимого шуму обумовлюють необхідність розробки технічних, архітектурно-планувальних та адміністративних заходів, спрямованих на створення відповідає гігієнічним вимогам шумового режиму, як в міській забудові, так і в будівлях різного призначення, дозволяють зберегти здоров'я та працездатність населення. Одним з ефективних засобів боротьби з виробничим шумом є використання демпфуючих металевих і неметалічних матеріалів. Однак неметали не використовуються для зниження шуму зіткнень з-за їх невисоких характеристик міцності, а металеві матеріали, що

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

характеризуються високими міцносними властивостями, забезпечують зниження шуму досить незначно, тому постало питання про створення принципово нових матеріалів, які могли б мати високі міцносні характеристики і достатні демпфуючі властивості. Такими матеріалами є біметали, які дозволяють отримувати таке поєднання службових властивостей, яке не можна отримати в одному окремо взятому металі або сплаві, наприклад: високу міцність з корозійною стійкістю, ударну в'язкість з зносостійкістю, міцність з високою електро-і теплопровідністю, високу міцність і достатні демпфуючі властивості і т. ін. До цих пір боязкі спроби використовувати біметали для зниження шуму і вібрації не забезпечили вирішення проблеми, тому досить актуальним є наукове дослідження, присвячене розробці біметалів з підвищеними демпфуючими властивостями. Технічні засоби захисту від шуму: звукопоглинання, звукоізоляція, екранування, кошти демпфування і глушники шуму. Засоби індивідуального захисту.

Заходи боротьби з шумом:

- заміна гучних процесів безшумними або менш гучними;
- поліпшення якості виготовлення і монтажу обладнання;
- укриття джерел шуму;
- вилучення працюючих людей зі сфери шуму;
- застосування індивідуальних захисних засобів.

8.1.2 Підвищений рівень вібрації на робочому місці

Вібрація – механічні коливання механізмів і машин. Її класифікують наступним чином.

За способом передачі на людину вібрацію поділяють на загальну, що передається через опорні поверхні на тіло сидить або стоїть людини, та локальну, що передається через руки людини.

По напрямку розрізняють вібрацію, що діє вздовж осей ортогональної системи координат для загальної вібрації, що діє вздовж всієї ортогональної

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

системи координат для локальної вібрації.

За джерела виникнення вібрацію поділяють на транспортну (при русі машин), транспортно-технологічну (при поєднанні руху з технологічним процесом, при розкиданні добрив, косовиці або обмолоті самохідним комбайном і т. д.) і технологічну (при роботі стаціонарних машин), тобто вібрація характеризується частотою f , тобто числом коливань і секунду (Гц), амплітудою A , тобто (м/с) і прискоренням зміщенням хвиль, або висотою підйому від положення рівноваги (мм), швидкістю V (м/с) і прискоренням. Весь діапазон частот вібрацій також розбивається на октавні смуги: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000 Гц. Абсолютні значення параметрів, що характеризують вібрацію, змінюються в широких межах, з цього використовують поняття рівня параметрів, що представляє собою логарифмічне відношення значення параметра до опорного або порогового його значення.

При роботі в умовах вібрацій продуктивність праці знижується, зростає кількість травм. На деяких робочих місцях у сільськогосподарському виробництві вібрації перевищують допустимі значення, а в деяких випадках вони близькі до граничних. Не завжди відповідають нормам рівні вібрацій на органах управління. Зазвичай у спектрі вібрації переважають низькочастотні вібрації негативно діють на організм. Деякі види вібрації несприятливо впливають на нервову і серцево-судинну системи, вестибулярний апарат. Найбільш шкідливий вплив на організм людини надає вібрація, частота якої збігається з частотою власних коливань окремих органів, приблизні значення яких такі (Гц): шлунок – 2...3; нирки – 6...8; серце – 4...6 ; кишечник – 2...4; вестибулярний апарат – 0,5...0,83; очі – 40...100 і т. ін.

Налаштування від резонансних частот полягає в зміні режимів роботи машини і відповідно частоти вимушених коливань; власної частоти коливань машини шляхом зміни жорсткості системи з наприклад установкою ребер жорсткості або зміни маси системи (наприклад шляхом закріплення на машині додаткових мас).

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вібродемпфування – це метод зниження вібрації шляхом посилення в конструкції процесів тертя, розсіюють коливальну енергію в результаті необоротного перетворення її в теплоту при деформаціях, що виникають у матеріалах, з яких виготовлена конструкція. Вібродемпфування здійснюється нанесенням на вібруючі поверхні шару пружних матеріалів, що володіють великими втратами на внутрішнє тертя, - м'яких покриттів (гума, пінопласт ПХВ-9, мастика ВД17-59, мастика «Анти-вібро») та жорстких (листові пластмаси, склоізолу, гідроізол, листи алюмінію); застосуванням поверхневого тертя (наприклад, прилеглих один до одного пластин, як у ресор); установкою спеціальних демпферів.

Віброізоляція полягає у зменшенні передачі коливань від джерела до захищається за допомогою пристроїв, які розміщені між ними. Для віброізоляції найчастіше застосовують віброізолюючі опори типу пружних прокладок, пружин або їх поєднання. Ефективність віброізоляторів оцінюють коефіцієнтом передачі КП, рівним відношенню амплітуди вібропереміщення, віброшвидкості, віброприскорення, що захищається, або діє на нього сили до відповідного параметру джерело вібрації. Віброізоляція тільки в тому випадку знижує вібрацію, коли $KП < 1$. Чим менше КП, тим ефективніше віброізоляція.

Зменшення вібрації в джерелі виникнення досягають зміною технологічного процесу з виготовленням деталей з капрону, гуми, текстоліту, своєчасним проведенням профілактичних заходів та мастильних операцій; центруванням і балансуванням деталей; зменшенням зазорів у з'єднаннях. Передачу коливань на підставу агрегату або конструкцію будинку послаблюють допомогою екранування, що є одночасно засобом боротьби і з шумом.

У ролі вібропоглинаючих покриттів зазвичай використовують мастики № 579, 580, типу БД-17 і найпростіші конструкції (шари руберойду, проклеєні бітумом або синтетичним клеєм). Якщо методи колективного захисту не дають результату або їх нераціонально застосовувати, то використовують засоби

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

індивідуального захисту. Як засоби захисту від вібрації при роботі з механізованим інструментом застосовують антивібраційні рукавиці і спеціальне взуття. Антивібраційні чоботи мають багат шарову гумову підошву.

Тривалість роботи з вібруючим інструментом не повинна перевищувати 2 / 3 робочої зміни. Операції розподіляють між працівниками так, щоб тривалість безперервної дії вібрації, включаючи мікро паузи, не перевищувала 15 ... 20 хв. Рекомендується робити перерви на 20 хв через 1 ... 2 год після початку зміни і на 30 хв через 2 години після обіду.

Під час перерв слід виконувати спеціальний комплекс гімнастичних вправ і гідро процедури – ванночки при температурі води 38° С, а також самомасаж кінцівок.

Якщо вібрація машини перевищує припустиме значення, то час контакту працюючого з цією машиною обмежують.

Для підвищення захисних властивостей організму, працездатності і трудової активності слід використовувати спеціальні комплекси виробничої гімнастики, вітамінну профілактику (два рази на рік комплекс вітамінів С, В, нікотинову кислоту), спецхарчування [33].

8.1.3 Правила роботи з машинами, які мають рухомі частини

Усі рухомі частини машин і механізмів повинні бути закриті кожухами, а робочий майданчик навколо машини – огорожений.

Перед пуском машини після монтажу або ремонту слід уважно оглянути її і перевірити, щоб на ній не залишилось запасних частин або монтажного інструменту, які під час роботи можуть потрапити в її рухомі частини і спричинити аварію. Категорично забороняється залишати працюючу машину без нагляду, а також регулювати або змащувати її під час роботи.

8.2 Дії працівників в аварійних ситуаціях

Державними будівельними нормами (ДБН А.3.2-2-2009) регламентуються

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вимоги щодо безпеки праці, виробничого середовища у сфері будівництва, охорони довкілля при виконанні будівельних робіт [33].

При зведенні будівельних об'єктів повинні бути вжиті заходи для запобігання впливу на працівників небезпечних і шкідливих факторів. За виробничих умов і можливості впливу таких факторів безпека праці має забезпечуватись реалізацією комплексу рішень, які за своїм складом і змістом повинні відповідати вимогам норм ДБН А.3.2-2-2009, ДБН А.3.1-5, інших нормативно-правових документів і входити до організаційно-технологічної документації (проектів організації будівництва – ПОБ, проектів виконання робіт – ПВР та ін.).

Організація і виконання робіт у будівельному виробництві мають здійснюватися при додержанні законодавства України про безпеку праці, природоохоронного законодавства (далі – законодавства), нормативно-правових актів, що містять нормативні вимоги з охорони праці:

- державні стандарти системи стандартів безпеки праці (ССБП);
- державні будівельні норми (ДБН);
- правила безпечного зведення та безпечної експлуатації будинків і споруд;
- галузеві правила і типові інструкції з охорони праці, що затверджені в установленому порядку;
- державні санітарно-епідеміологічні правила і нормативи, гігієнічні нормативи, санітарні правила і норми, затверджені Міністерством охорони здоров'я України.

При виконанні будівельних робіт в умовах впливу шкідливих і небезпечних факторів, застосування технологій (методів) будівельних робіт, технологічного оснащення, устаткування і транспортних засобів, по яких вимоги безпечного виконання робіт не передбачені даними нормами, слід застосовувати технічні рішення і правила безпеки праці, що представлені в інших нормативних документах, правилах, інструкціях, затверджених в

					ДІТ. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

установленому порядку.

На підприємствах з кількістю працюючих 50 і більше осіб, незалежно від форм власності та видів господарської діяльності може бути створена комісія з питань охорони праці (відповідно до ст. 16 Закону та НПАОП 0.00-4.09-07).

Перед початком робіт в умовах дії виробничого ризику необхідно визначити небезпечні для людей зони, в яких постійно діють або можуть діяти небезпечні фактори, що пов'язані або не пов'язані з характером робіт, що виконуються.

До зон постійно діючих небезпечних виробничих факторів відносяться:

- місця поблизу неізолюваних струмопровідних частин електроустановок;
- місця поблизу неогороджених перепадів по висоті 1,3 м і більше;
- місця, де можливе перевищення гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

До зон потенційно діючих небезпечних виробничих факторів слід відносити:

- ділянки території поблизу будівлі чи споруди, що зводиться;
- поверхи (яруси) будинків, споруд в одній будівельній ділянці, де виконуються роботи, над якими здійснюється монтаж (демонтаж) конструкцій або устаткування;
- зони переміщення будівельно-дорожніх машин, обладнання або їхніх частин, робочих органів;
- місця, над якими переміщуються вантажі кранами.

До робіт з підвищеною безпекою, пов'язаною з характером роботи, відповідно до законодавства висуваються додаткові вимоги безпеки. Перелік таких видів робіт повинний бути затверджений в організації згідно з НПАОП 0.00-8.24.

До виконання робіт з підвищеною безпекою, до яких висуваються додаткові вимоги щодо безпеки праці, допускаються особи, що не мають

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

медичних протипоказань, пройшли медичні огляди і визнані придатними до виконання даних робіт, пройшли спеціальне навчання безпечним методам і прийомам праці, інструктаж з безпеки праці, стажування на робочому місці, перевірку знань з питань охорони праці. Особи, що виконують зазначені види робіт повинні носити сигнальні жилети.

Допуск на будівельний майданчик сторонніх осіб або працівників, що не зайняті на роботах на даній території, а також осіб, що знаходяться у стані алкогольного, токсичного або наркотичного сп'яніння, забороняється.

Особи, що перебувають на території будівельного майданчика, у виробничих та санітарно-побутових приміщеннях, а також на робочих місцях і ділянках робіт зобов'язані виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку, що прийняті в даній організації.

Усі особи, що знаходяться на будівельному майданчику, зобов'язані носити захисні каски. Працівники і інженерно-технічні робітники без захисних касок та інших необхідних засобів індивідуального захисту до виконання робіт не допускаються.

При виявленні на місці проведення робіт підземних комунікацій та споруд, не передбачених проектом виконання робіт, машиніст зобов'язаний негайно припинити роботу та повідомити про це майстру або керівнику робіт.

При виявленні у ґрунтах, що ущільнюються, великого каміння або інших перешкод необхідно зупинити коток та усунути з його шляху усе, що може викликати аварію.

У випадку вимушеної зупинки на дорозі, машину слід огородити вдень червоними прапорцями, вночі – червоними ліхтарями.

Під час спуску та піднімання, при роботі котка на крутих схилах використання відключення головної муфти зчеплення або вимикання гальм планетарного механізму повороту для аварійної зупинки котка **ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ**.

При настанні нещасного випадку необхідно негайно повідомити про це

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

керівника робіт, організувати надання потерпілому першої медичної допомоги та направити його, якщо це потрібно, у лікувальний заклад. На місці нещасного випадку слід усе зберегти, як було на момент його настання до приїзду комісії з розслідування (якщо це не загрожує здоров'ю та життю оточуючих людей та не призведе до більш тяжких наслідків).

При виявленні в зоні крокової напруги людини, слід прийняти заходи для відключення електроустановки. Якщо відключення електроустановки неможливе, можна відкинути дрiт сухою палицею, або відтягнути потерпілого за сухий одяг, не торкаючись оголених ділянок тіла потерпілого. При цьому слід надіти діелектричні рукавички або намотати на руку суху тканину. Крім того слід пам'ятати, що вхід та вихід із зони крокової напруги слід проводити лише "гусячим кроком", не відриваючи ніг від землі.

При виявленні пожежі у котку слід негайно заглушити дизель та стати до гасіння пожежі за допомогою первинних засобів пожежогасіння, які є у наявності.

При команді «СТІЙ» робота негайно повинна бути зупинена, ким би ця команда не подавалася.

У випадку виявлення обриву лінії електропередач а також звисання з проводів сторонніх предметів та інших відхилень від вимог нормативних актів з охорони праці, треба негайно повідомити про це керівника робіт.

Гасити предмети, що горять і розміщені на відстані менше 2 м від контактної мережі, дозволяється за допомогою вуглекислотних або порошкових вогнегасників тільки після відключення напруги.

При ураженні електричним струмом звільнити потерпілого від дії струму. Якщо потерпілий тримає дрiт руками, швидко відключити електроустановку за допомогою вимикача, рубильника, запобіжника, роз'єднати штепсельне з'єднання.

При напрузі до 1000 В звільнити потерпілого від струмоведучих частин або дроту сухим канатом, палкою, дошкою чи іншою сухою річчю, яка не

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проводить електричний струм. Відтягнути потерпілого від струмоведучих частин за одяг (якщо він сухий і відстає від тіла), при цьому не торкатись до металевих предметів та частин тіла потерпілого, не прикритих одягом.

Для ізоляції своїх рук надіти діелектричні рукавички або обмотати руку сухим шарфом, надіти на руку картуз із сухого сукна, натягнути на руку рукав піджака або пальта.

При звільненні потерпілого від струмопровідних частин діяти однією рукою.

Перервати дію струму на потерпілого, підсунути під нього суху дошку або, відтягнути від землі його ноги мотузкою або одягом. Перерубати дрід сокирою із сухою дерев'яною рукояткою або за допомогою інструмента з ізолюваною рукояткою (кусачок, пасатижів тощо).

Перерубати дрід кожної фази окремо, при цьому ізолювати себе від землі (стояти на сухих дошках, дерев'яній драбині тощо).

При напрузі більше 1000 В, відокремлюючи потерпілого, використовувати засоби захисту: надіти діелектричні рукавички й боти та діяти штангою або ізолюваними кліщами, що розраховані на відповідну напругу.

При знаходженні дроту на землі треба пам'ятати про напругу кроку. Переміщуйтесь в цій зоні з особливою обережністю, використовуючи засоби для ізолювання від землі (діелектричні калоші, боти, килими, ізолюючі підставки) або речі, що погано проводять електричний струм (сухі дошки, колоди тощо). Без засобів захисту в такій зоні переміщуйтесь тільки, пересуваючи ступні ніг по землі і не відриваючи їх одна від одної.

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

При виконанні магістерської роботи виконані дослідження взаємодії котка блокуючої дії з ґрунтом.

В основній частині була зроблена класифікація дорожніх катків за кількістю розташуванням і видами робочих органів (гладенькі, кулачкові, ребристі, решітчасті, пневмо-, гумові робочі поверхні, з однаковими вальцями, з різними вальцями, тандемні, статичні. Також був зроблений аналіз основних характеристик катків і їх робочих органів.

При розробці магістерської роботи був врахований досвід закордонних та інших підприємств, норми технологічного і технічного проектування елементів механізмів і машин в цілому.

В основній частині були зроблені розрахунки моделі взаємодії робочого органу катка блокуючої дії з ґрунтом. В роботі виконані розрахунки сили тяги, яка змінюється в залежності від внутрішнього діаметра вальця, та порахована кількість проходів та технічна продуктивність катка.

Для підтвердження раціонального використання даної моделі вальця були побудовані графіки залежностей контактного тиску P_k від форми поверхні робочого органу, роботи при ущільненні статичним навантаженням, глибини взаємодії вальця з ґрунтом, сили тяги від виду робочого органу. З побудованих графіків можна зробити висновки, що дана модель вальця, для ущільнення необхідних ґрунтів, являється найбільш ефективною, і впровадження є доцільним.

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Хархута Н.Я. Машины для уплотнения грунтов, Ленинград, Машиностроение, 1973 г., 175 с.
2. Варшавский А.М., Бондаренко В.Д., Бондаренко Л.Н. Экспериментальное определение сопротивления перекачиванию гусеничного движителя, Днепропетровск, изд-во ДИСИ, 1992 г., с. 84-86.
3. Тимошенко С.П. Курс теории упругости, Киев, Наукова думка, 1972 г., 501 с.
4. Александров М.П., Гохберг М.М., Ковин А.А. и др. Справочник по кранам в 2-х томах. Т.2, Л., Машиностроение, 1988 г., 559 с.
5. Никулин П.И. Теория криволинейного движения колесного движителя, Воронеж, изд-во ВГУ, 1992 г., 210 с.
6. Ульянов Н.А. Теория самоходных колесных землеройно-транспортных машин. М., Машиностроение, 1969 г, 520с.
7. Домбровский Н.Г., Панкратов С.А. Землеройные машины. М.: Госиздат, 1961 г., 652 с.
8. Крагельский И.В. Трение и износ. М.: Машиностроение, 1968. 480 с.
9. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. М.: Машиностроение, 1977. 523 с.
10. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. Киев: Наукова думка, 1988. 734 с.
11. Роза С.А. Механика грунтов, М., "Высшая школа", 1962 г., 228 с.
12. Безухов Н.И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести, М., Высшая школа, 1961, 537 с.
13. Перегин С.В. Контактная прочность и сопротивление качению, М., Машиностроение, 1969, 237 с.
14. Лурье А.И. Теория упругости, М., Изд-во "Наука", 1970 г., 940 с.
15. Динник А.Н. Избранные труды, том 1, К., изд-во академии наук УССР, 1952 г., 149 с.
16. Босов А.А., Кирпа Г.Н. Формирование вариантов рациональной сети линий высокоскоростного движения поездов в Украине, Днепропетровск, Изд-во ДНУЗТ, 2004, 143 с.

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

17. Босов А.А., Гетьман Г.К., Мосендз А.И. Научные основы решения задач проблемы обновления локомотивного парка железных дорог Украины, Днепропетровск; Изд-во “Вега”, 2004 г., 381 с.

18. Сигорский В.П. Математический аппарат инженера, изд. 2-е, Изд-во “Техника”, 1977 г., 768 с.

19. Главацкий К.Ц., Богомаз В.М., Бредіхін Ю.Р. Моделювання взаємодії з ґрунтом каткового робочого органу, науково-технічний ж-л “Підйомно-транспортна техніка” №3, вид-во ДНУЗТ, 2006р., с. 72-80.

20. Главацкий К.Ц., Богомаз В.М., Бредіхін Ю.Р., Черкудінов В.Е. Методика определения общей ширины полосы уплотнения многовальцового катка при повороте вальцов относительно их вертикальной оси симметрии, науково-технічний ж-л “Підйомно-транспортна техніка” №4, вид-во ДНУЗТ, 2006р., с. 51-57.

21. Главацкий К.Ц., Богомаз В.М., Проскурня В.М., Храмцов А.М. Зависимость угла поворота центра тяжести дебаланса от параметров ґрунтоуплотняющего катка при стабильных режимах работы, науково-технічний ж-л “Підйомно-транспортна техніка” №1, вид-во ДНУЗТ, 2007р., с. 37-43.

22. Главацкий К.Ц., Богомаз В.М., Проскурня В.М., Черкудінов В.Е. Влияние параметров ґрунтоуплотняющего катка при переходных режимах работы на угловое положение дебаланса его виброконтура, науково-технічний ж-л “Підйомно-транспортна техніка” №2, вид-во ДНУЗТ, 2007р., с.40-49.

23. Машины для земляных работ: Учебник для ВУЗов. /Ветров Ю.А., Кархаров А.А., Кондра А.С. Под ред. Ветрова Ю.А. – К.: Вища школа, 1976.- 368 с.

24. Руководство по уплотнению ґрунтов в промышленном и гражданском строительстве. М., Стройиздат, 1966.

25. Вибраторы электромеханические общего назначения ИВ-98Б, ИВ-98Н, ИВ-99Б, ИВ 99Н, ИВ-99Б-П, ИВ-105-2.2, ИВ-107А, ИВ-107Н, ИВ-107А-П, ИВ-107А-1.5. Руководство по эксплуатации 2-1.003 РЭ. Ярославль, 2005. 28 с.

26. Сергеев В.П. Строительные машины и оборудование: Учеб. для вузов по спец. «Строит. машины и оборудование». – М.: Высш. шк., 1987. – 376 с.: ил.

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

27. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т. 1. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.

28. Савельев С.В. Обоснование режимных параметров вибрационного гидрошинного катка для уплотнения грунтов: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.05.04 /СиБАДИ. – Омськ, 2004. – 19 с.

29. Бурхович М.П. Підвищення експлуатаційної ефективності пневматичних шин машин для земляних та дорожніх робіт: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.05.04 /Полтавський нац. техн. ун-тет ім. Ю. Кондратюка. – Полтава, 2007. – 21 с.

30. Манакін Є.А. Підвищення ефективності ущільнення горілих порід вибором раціональних параметрів вібраційного котка: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.05.04 /ПДАБА. – Дніпропетровськ, 2007. 20 с.

31. Богомаз В.М., Главацький К.Ц. Моделирование взаимодействия рабочего органа ущільнюючої машини з ґрунтом // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. Вип. 38. – Харьков, 2007. - С. 164-170.

32. Главацкий К.Ц., Богомаз В.Н. Направления модернизации катков статического и динамического действия для уплотнения строения пути // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Вип. 17. - Дніпропетровськ, 2007. – С. 80-85.

33. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Промислова безпека у будівництві. Основні положення.

34. Шкідливі виробничі фактори [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <http://ua-referat.com>. – Вібрація та шум.

35. Державна адміністрація залізничного транспорту України. Державне підприємство Придніпровська залізниця. Відокремлений структурний підрозділ. Дніпропетровська дистанція колії. Інструкція №7 з охорони праці при роботі екскаваторів.

					ДІП. 630000. 303. МРПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		