

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет автоматизації і інформаційних технологій

(факультет)

Кафедра машин і обладнання технологічних процесів

(назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Назаренко І.І.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 року

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

на тему : Модернізація мобільного бетонозмішувача на базі спесшасі

Виконав: студент 4 курсу, групи БМО-41

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Освітня програма «Галузеве машинобудування»

Цянь Чунсянь

(прізвище, ім'я та по-батькові)

Керівник Свідерський Анатолій Тофілійович

(прізвище та ініціали)

к.т.н., професор

(вчене звання, науковий ступінь)

м. Київ - 2023 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет автоматизації і інформаційних технологій

(факультет)

Кафедра машин і обладнання технологічних процесів

(назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

на тему : Модернізація мобільного бетонозмішувача на базі спесшасі

Виконав: студент 4 курсу, групи БМО-41  
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»  
Освітня програма «Галузеве машинобудування»

Цянь Чунсянь

(прізвище, ім'я та по-батькові)

Керівник Свідерський Анатолій Тофілійович

(прізвище та ініціали)

к.т.н., професор

(вчене звання, науковий ступінь)

м. Київ - 2023 р.

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата	

## ЗМІСТ

	Вступ	8
1.	Огляд конструкцій машин і обладнання для транспортування та приготування бетонних сумішей і розчинів	10
1.1.	Аналіз технологічних та конструктивних параметрів машин для транспортування та приготування бетонних сумішей і розчинів	10
1.2.	Опис принципів конструкцій автобетонозмішувачів	13
1.3.	Висновки	26
2.	Технологія виконання робіт	27
3.	Загальний розрахунок мобільного бетонозмішувача	31
3.1.	Вихідні дані, розробка конструктивної схеми бетонозмішувача	31
3.1.1.	Вихідні дані	31
3.1.2.	Конструктивна схема бетонозмішувача	31
3.1.3.	Опис роботи бетонозмішувача	31
3.2.	Обслуговування автобетонозмішувача	37
3.3.	Розрахунок основних параметрів бетонозмішувача	40
3.3.1.	Розрахунок конструктивних параметрів барабану	40
3.3.2.	Розрахунок приводу барабану	41
3.3.3.	Швидкості виконуючих пристроїв	43
3.3.4.	Баланс потужності	48
4.	Розрахунки на міцність	52
4.1.	Розрахунок кронштейну кріплення гідроциліндру стріли	55
4.2.	Розрахунок кронштейну кріплення гідроциліндру піднімання рами	56
4.3.	Розрахунок опорного ролика	57
4.4.	Палець кріплення стріли до рами	59

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата		

4.5. Кронштейн кріплення стріли до рами	63
4.6. Кронштейн кріплення гідроциліндра рами	64
4.7. Розрахунок осі сателліта	66
4.8. Розрахунок валу	68
4.9. Вибір підшипників	69
4.10. Розрахунок зубчатих передач	71
5. Паспорт бетонозмішувача	80
5.1. Призначення	80
5.2. Основні технічні характеристики	80
6. Гідропривід	82
7. Техногенна безпека	84
7.1. Охорона праці	84
7.2. Пожежна безпека	90
Список використаних джерел	95
Додатки	96

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№ док	

## ВСТУП

В сфері будівництва на сьогоднішній час все більшу популярність отримують так звані самопересувні бетонні заводи, які здатні не тільки полегшити і прискорити достатньо трудомісткий та довготривалий процес виробництва бетону, але і виготовити його необхідної марки з високою якістю на будь-якому будівельному майданчику навіть при мінімальних обсягах робіт та при відсутності електропостачання.

Враховуючи сучасні умови будівництва, а також зростаючі обсяги зведення об'єктів, реконструкції та будівництва котеджів, залізничних колій, дач, приватних будинків у сільській місцевості та зонах відпочинку, постають задачі вирішення питань підвищення продуктивності, швидкого приготування та мобільної доставки на об'єкти та в їх межах бетонної суміші і розчинів. Тому серед різномаїття будівельних машин важливе місце на будь-якому будівельному майданчику займають машини для транспортування та приготування бетонних сумішей, які фактично представляють собою мобільні самопересувні бетонні міні заводи.

Цій проблемі присвячена тема дипломного проекту, а саме вдосконаленню мобільного пересувного бетонозмішувача з самозавантаженням. Він представляє з себе компактну машину, яка поєднує автобетонозмішувач і навантажувач. Виконаний на базі спеціального повноприводного шасі, він дозволяє здійснювати вивантаження бетону на всі боки, заїжджати у приміщення, дозволяє зменшити кількість обслуговуючого персоналу, зручний та маневрений. Незалежність від стаціонарних бетонних заводів робить його незамінною машиною на будівельному майданчику, особливо у віддалених районах при відсутності підводу електроенергії. За кордоном створення та використання таких машин зростає з кожним роком, що свідчить про їх ефективність та перспективність розробки, але на нашому ринку вони занадто дорогі. Тому розробка даної машини є актуальною.

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата				





Російські фірми: ЗАТ «Бетонмаш», ЗАТ «Бецема», ЗАТ «Будмаш», ЗАТ «ПРМЗ», ЗАТ"КОММАШ"

Технічні характеристики авто бетонозмішувачів наведено в таблицях 1.1, 1.2,1.3.

Таблиця 1.1

Вітчизняні автобетонозмішувачі

Показники	СБ-92-1А	СБ-92В-1	СБ-159А
Базовий автомобіль	КамАЗ-5511		
Геометрична місткість змішувального барабана, м <sup>3</sup>	8	8	8
Місткість змішувального барабана по виходу готової бетонної суміші, м <sup>3</sup>	5	5	6
Потужність приводу змішувального барабана, кВт	40	37	38
Частота обертання змішувального барабана, хв. <sup>-1</sup>	6,5-14,5	6,5-14,5	0-20
Висота завантаження матеріалів, мм	3520	3520	2500
Місткість водяного бака, м <sup>3</sup>	0,75	0,75	0,78
Рухливість приготованої суміші (по осадженню стандартного конуса), см	Від 1 та більше		
Температура експлуатації, град	-15...+40	± 40	-15...+40
Габаритні розміри, м:			
- довжина	7,5	7,35	8
- ширина	2,5	2,5	2,5
- висота	3,45	3,35	3,6
Маса, т	10,5	10,15	10,05

Зам.інв.№	
Підпис і дата	
Інв.№ ор.	

									Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				

Виробник	Славянський завод будівельних машин	Туймазенський завод автобетоновозів
----------	-------------------------------------	-------------------------------------

Для порівняння наведемо технічні характеристики авто бетонозмішувачів фірми "Stetter"

Таблиця 1.2

Автобетонозмішувачі *Stetter* моделей *Lightweight*

Параметр		AM 7 FHL	AM 9 FHL
Об'єм барабана по завантаженню	л	7000	9000
Геометричний об'єм барабана	л	12560	15660
Об'єм барабана до завантажувального отвору	л	8150	10240
Ступінь заповнення	%	55	57
Довжина	мм	5998	6754
Ширина	мм	2300	2300
Висота до завантажувальної воронки <sup>1)</sup> Н <sub>1</sub>	мм	2424	2480
Висота загальна <sup>1)</sup> Н <sub>2</sub>	мм	2433	2530
<b>Вагові показники</b>			
Ходової частини MB 2631 L (6 x 2) <sup>2)</sup>	кг	6780	-
Ходової частини MB 3231 L (8 x 2) <sup>2)</sup>	кг	-	8080
Змішувача із вод'яним баком 190 л <sup>3)</sup>	кг	3160	3800

Остання розробка в секторі авто бетонозмішувальних машин. За рахунок використання нового бетонозмішувального обладнання у поєднанні із полегшеною ходовою частиною базового авто вдалося збільшити на 1 м<sup>3</sup> бетонної суміші корисний об'єм змішувального барабана, залишаючись в межах специфікації навантаження на шляхове покриття. Підвищений рівень заповнення барабана бетонною сумішшю, що вимагається при транспортуванні сумішей на легких заповнювачах.

Таблиця 1.3

Автобетонозмішувачі *Stetter* 6 та 8 колісних моделей

Параметр	AM 6	AM 7	AM 8	AM 9	AM 10
Живлення від двигуна базового авто	FH / -	FH / -	FH / -	FH / -	FH / -
Живлення від окремого двигуна	- / SH	- / SH	- / SH	- / SH	- / SH

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.

Об'єм барабана по завантаженню, л	6000	7000	8000	9000	10000
Геометричний об'єм барабана, л	10120	12000	14000	15660	16700
Ступінь заповнення, %	59	59	57	57,5	60

Закінчення табл. 1.3

Параметр	АМ 6	АМ 7	АМ 8	АМ 9	АМ 10
Енергоспоживання кВт	48-51	51-56	61-65	70-73	75-78
Частота обертання барабана хв. <sup>-1</sup>	в залежності від типу			0-14	
Частота обертання водяного насоса та тиск: хв. <sup>-1</sup> /атм		Всі типи		250/3,5	
Дозатор води м <sup>3</sup> /год		Всі типи		20	
Водяний бак		Всі типи		450/650	
Водяний бак із подачею води під тиском <sup>1)</sup>		Всі типи		190/300/400/	500/650 <sup>1)</sup>
L: Довжина	5375/5575	5800/6020	6180/6840	6600/7260	6850/7500
W: Ширина	2290/2485	2290/2485	2340	2340	2340
H: Висота до завантажувальної воронки	2390	2404	2454	2453	2455
H: Висота загальна	2390	2446	2514	2527	2541
Маса змішувача Серія (FH/SH), т	2,95/3,35	3,20/3,70	3,80/4,55	4,28/4,98	4,45/5,10
Полегшена модель (FHL), т	2,5	2,7	3,4	3,8	3,95
Повна маса Для внутрішнього вжитку, т	26 26	26 26-28	32 30-33	32 32-36	32 36-40

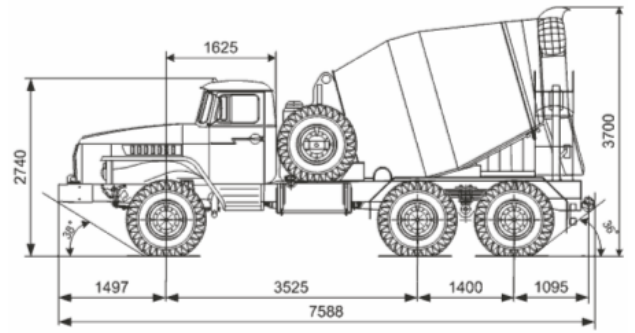
### 1.2 Опис типових конструкцій машин авто бетонозмішувачів

Автобетонозмішувачі на базі Урал, МоАЗ, МАЗ та КрАЗ з об'ємом барабана по завантаженню (5..10 м<sup>3</sup>) :

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата	



а)

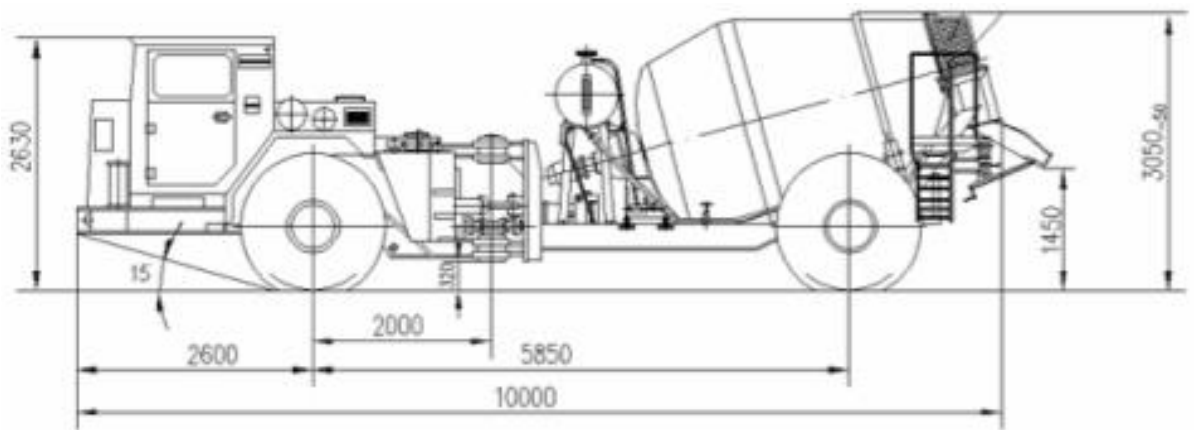


б)

Рисунок 1.1 - Автобетонозмішувач СБ-159 (гідравлічний привід) на базі Урал-55571-1221-40 (5 м<sup>3</sup>)



а)



б)

Рисунок 1.2 - Автобетонозмішувач МоАЗ-75296 (10 м<sup>3</sup>) (а, б)

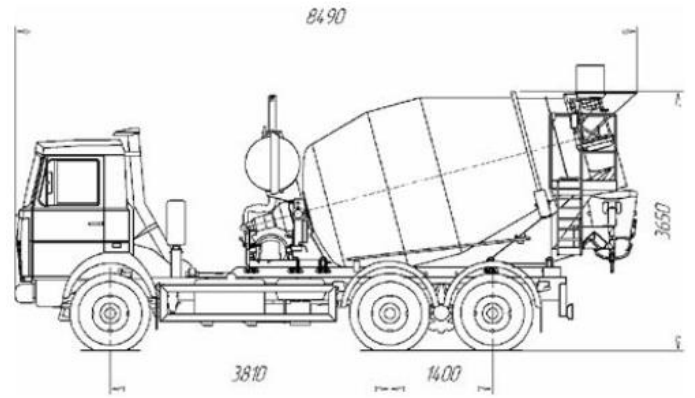
Зам.інв.№	
Підпис і дата	
Інв.№ ор.	

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата

Арк.

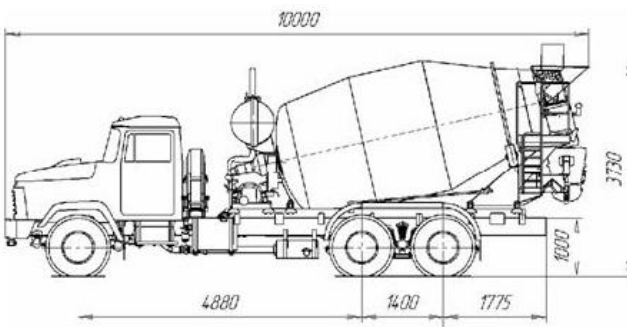


а)

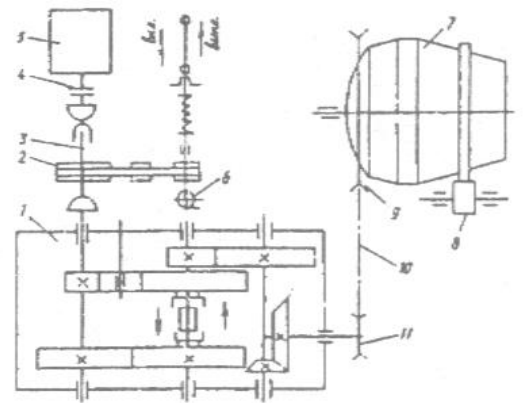


б)

Рисунок 1.3 - Автобетонозмішувач 6DA на шасі МАЗ



б)



в)

Рис.1.4 Авто бетонозмішувач на базі КраЗ (9м<sup>3</sup>)  
б) –конструктивна схема; в)- схема приводу

На спеціальній рамі 7 змонтовані барабан 5 з приводом 4, бак 3 з обладнанням для подачі і дозування води в барабан, вантажно-розвантажувальний пристрій 6, контрольно-вимірювальні прилади 5 та

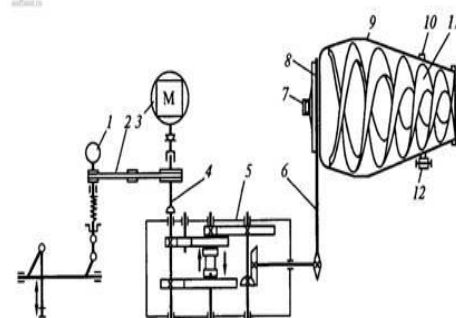
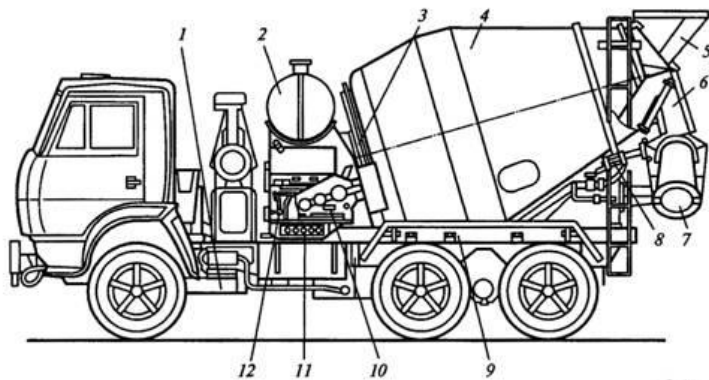
Зам.інв.№
Підпис і дата
Інв.№ ор.

Зм.	Кільк	Арк. № док	Підп.	Дата

Арк.

механізми управління 2. 8-12. Сама рама закріплена на шасі автомобіля 1. До передньої частини її приварена поперечна рама, де закріплені привод і стояк для встановлення в ньому опорного підшипника барабана. Другою опорою барабана є два опорні ролики, на які він спирається своїм бандажем. Ролики розташовані в задньому стояку рами. Вісь барабана нахилена до горизонту під кутом  $15^\circ$ . У середині барабана закріплені дві гвинтові лопаті, що забезпечують перемішування бетонної суміші при обертанні барабана. Привод змішувача 7 складається з двигуна внутрішнього згоряння 5, муфти зчеплення 4 з карданним валом 3, клинопасової 2 та ланцюгової 9-11 передач, відцентрового насоса 6, реверсивного редуктора 1. Змішувальний барабан 7 спирається на ролики 8 і отримує обертання за рухом годинникової стрілки (завантаження, змішування), або проти цього руху (вивантаження) залежно від положення зубчатої муфти. Число обертів барабана при перемішуванні дорівнює 6...9 об/хв, при вивантаженні- 5...13 об/хв.

Авто бетонозмішувач з об'ємом суміші до  $5\text{ м}^3$  на шасі автомобіля КамАЗ (рис.1.3) відрізняється від розглянутого економічністю та прогресивною конструкцією привода барабану.



Зам.інв.№
Підпис і дата
Інв.№ ор.

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата

Арк.
------

а)

б)

Рис.1.5 Авто бетонозмішувач на базі КамАЗ

а) –загальний вигляд; б)- схема приводу

1- шасі автомобіля; 2- гідронасос; 3- бак для води; 4- муфта; 5- барабан; 6- бандаж; 7- опорний ролик; 8- вантажно-розвантажувальний пристрій; 9- рама; 10- гідро обладнання; 11- рама; 12- карданний вал.

На відміну від попередньої конструкції обертальний момент на барабан передається не від окремого приводу. А від двигуна автомобіля через пристрій 8-9 відбору потужності. Це значно спрощує конструкцію автобетонозмішувача.

До автобетонозмішувачів, які мають підвищений об'єм суміші, що перевозиться, можна віднести авто бетонозмішувач на шасі автомобіля 1 моделі КамАЗ 354112 (рис.1.4) та КамАЗ 65201(рис. 1.5) . Вони перевозять суміш об'ємом (8...12 м<sup>3</sup>) і його відмінність полягає в сигаро подібній формі барабана 3, змонтованого на базі спеціального сідельного тягача 5. Відбір потужності для приводу 2 планетарного редуктора з гідро двигуном здійснюється черезвтулково-пальцеву муфту та гідравлічну трансмісію від автономного двигуна внутрішнього згоряння.

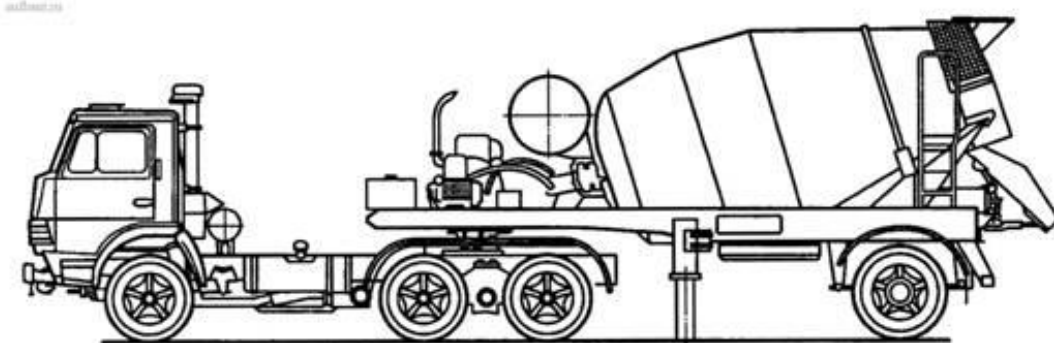


Рис.1.6 Автобетонозмішувач на базі сідельного тягача КамАЗ-354112

1- шасі автомобіля; 2- привод барабана; 3- барабан; 4- вантажно-розвантажувальний пристрій, 5- напівпричеп; 6- автономний двигун.

Зам.інв.№

Підпис і дата

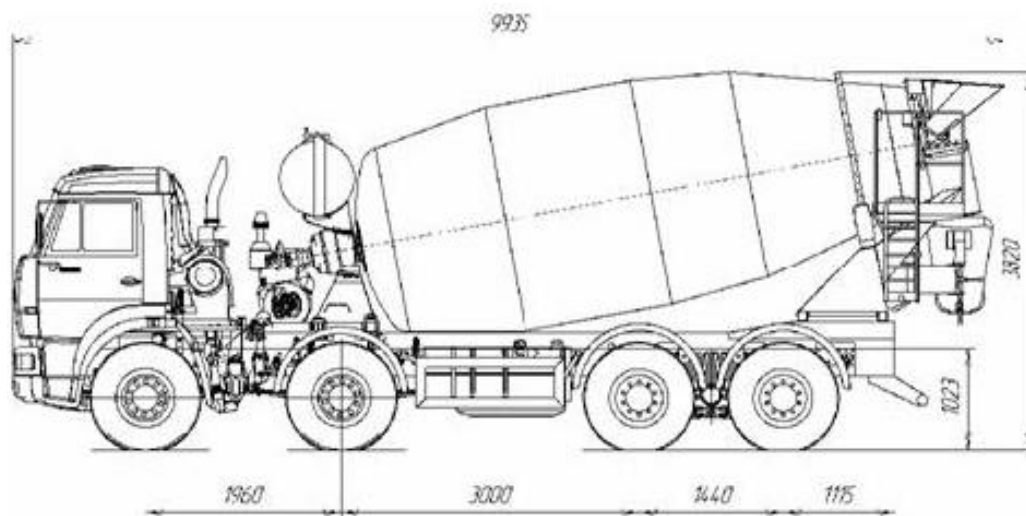
Інв.№ ор.

Арк.

Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата



а)



б)

Рис.1.7 Авто бетонозмішувач на базі сідельного тягача КамаЗ -65201  
(з приводом від автономного двигуна)

Аналіз технічної інформації фірм виробників автобетонозмішувачів вказує на те, що на сьогодні найбільш поширеними є моделі із об'ємом барабана від 6 до 7 м<sup>3</sup>. Деякі фірми (Stetter, Advanced Mixer, CBMW та ін.) пішли іще далі. В їх виробничій програмі передбачені модернізація і вдосконалення змішувачі і з більшим об'ємом, які впроваджуються і на вітчизняні базові машини (рисунок 1.5.).

Великооб'ємні моделі виготовляються на шести та восьмиколісному шасі із об'ємом барабана 6, 7, 8, 9, 10 м<sup>3</sup>, а також на десятиколісному із об'ємом 12 м<sup>3</sup>. Крім того, змішувачі із об'ємом 9, 10 та 11 м<sup>3</sup> можуть монтуватися на причепах, які за бажанням замовника виготовляються у виконанні "Backpack-System" –

Зам.інв.№					
	Підпис і дата				
Інв.№ ор.					
	Арк.				
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата

причеп із змінною довжиною. Важливою властивістю є можливість встановлення бетонозмішувального обладнання на будь-якому придатному шасі, що випускається в даній країні.

Гідравлічний привод обертання змішувального барабана живиться від двигуна базового авто або від окремого двигуна. Привод відбувається через планетарний редуктор, який закріплений на барабані.

Барабан та змішувальний шнек виготовлені із надзвичайно корозійностійкого матеріалу.



Рис. 1.5. Авто бетонозмішувач фірми Advanced Mixer

Гнучке встановлення барабана на змішувачі зменшує передачу навантажень та поштовхів на раму базового авто або причепа, попереджуючи розвиток тріщин.

Барабани сучасних закордонних змішувачів зазвичай виготовляються з щонайменше п'яти конічних та циліндричних ділянок. Такий підхід в конструюванні дозволяє покращити процес перетікання суміші в барабані і, як наслідок, отримати бажаний тип потокоутворення. До того ж, використання більшої кількості ділянок значно зменшує налипання бетонної суміші, яке є особливо значним в місцях переходу ділянок із невеликими тупими кутами та в місцях закріплення шнека. В той же час, більший об'єм барабана вимагає

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№док	





Рис.1.6

Основним недоліком такого методу є те, що при незмінному куті нахилу барабана (як для змішувачів менших моделей) він виявляється заповненим на 65...70%. Це є абсолютно не припустимим, оскільки значно зменшує інтенсивність перемішування і призводить до збільшення часу, необхідного для отримання однорідної суміші встановленої якості. Як результат, барабани змішувачів із об'ємом від 8 до 12 м<sup>3</sup> встановлюються під кутом 5...12°.

Зворотнім боком збільшення об'єму барабана є підвищення його маси та маси бетонної суміші і, зрештою, підвищене навантаження ходової частини базового авто та тиск на дорожнє покриття. Враховуючи, що в переважній більшості країн встановлені дуже жорсткі обмеження на навантаження, що передається однією віссю, закордонні компанії встановлюють бетонозмішувальне обладнання на шести або восьмиколісному шасі. В особливих випадках "колісність" шасі досягає 10. При цьому, значна кількість фірм робить додаткові осі підйомними: під час руху із повним завантаженням спирання здійснюється на всі колеса, при порожньому одна або дві вісі піднімаються, значно зменшуючи втрати енергії на подолання опору кочення в підшипникових опорах (рисунок ). Основним недоліком такого конструктивного рішення є значна довжина бетонозмішувального поїзда та його обмежена маневреність. Особливо цей недолік виявляється при здійсненні маневрування для вивантаження суміші на будівельному майданчику. В такому

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№док	

випадку надмірна довжина відіграє вирішальну роль. З метою поліпшення ситуації на краще фірмою Stetter (ФРН) запропонований бетонозмішувач "Backpack-System" із змінною довжиною колісної бази причепа. В транспортному положенні додаткова колісна опора віддаляється від базової машини. Таким чином, відбувається більш рівномірний розподіл маси бетонозмішувального обладнання і бетонної суміші між усіма осями. При виконанні маневрування додаткова опора втягується, що дозволяє значно зменшити радіуси поворотів тощо.

Інше вирішенні цього питання запропоноване фірмою Advanced Mixer (США). Вона виготовляє свої змішувачі із фронтальним розташуванням завантажувального отвору змішувального барабана (рисунок 1.7 ). Таке конструктивне рішення суттєво поліпшує прохідність машини, а розташування окремого привода обертання барабана в задній частині значно зменшує навантаження на передні осі базового авто. Крім того, переднє розташування завантажувально-розвантажувального отвору дозволяє оператору чітко бачити зону вивантаження бетонної суміші та полегшує маневрування при завантаженні – розвантаженні. Враховуючи широкий діапазон пропонованих об'ємів барабанів (і, як наслідок, маси) змішувальне обладнання монтується на колісному шасі, що може мати від 4 до 10 осей.



www.purplewave.com

Зам.інв.№	
Підпис і дата	
Інв.№ ор.	

										Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата					

Рис. 1.7

Закінчуючи огляд колісного механізму автобетонозмішувачів, необхідно відзначити конструктивне рішення, запропоноване компанією СВМW (США). З метою виключення надмірного навантаження на рамну конструкцію змішувача від лотка, по якому відбувається вивантаження бетонної суміші, в задній частині встановлений підтримуючий візок (рисунк 1.8).



Рис.1.8 Рамна конструкція змішувача

Візок піднімається гідроциліндром в транспортному положенні, а при вивантаженні суміші опускається, сприймаючи навантаження від лотка (що особливо важливо в тих випадках, коли лоток є складеним, утворюючи довгу консольну конструкцію).

З метою розширення можливої сфери застосування автобетонозмішувачів вони часто комбінуються із іншим обладнанням, таким як конвеєри, бетононасоси тощо. Наприклад, фірма Stetter (ФРН) пропонує свої моделі *Lightweight*, обладнані бетононасосом від фірми Swing (рисунк 1.9).

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№док	



Рис. 1.9 Автобетонозмішувач з бетононасосом

Останньою важливою рисою конструкції сучасних автобетонозмішувачів є використання об'ємного гідропривода для обертання барабана та внутрішніх змішувальних робочих органів. При цьому гідропривод живиться або від двигуна базового авто, або від окремого двигуна. Характерно й те, що гідросистема обертання барабана є цілком автономною з власним гідронасосом, фільтрами, розподільними механізмами, радіаторами тощо.

Для роботи на невеликих будівельних майданчиках фірмою “Stetter”, “DAVINO”, “Fiori”, “CarMix”, “SCOUT” створено малогабаритні мобільні бетонозмішувачі з самозавантаженням (рис. 1.11...1.14) на спец шасі. Вони розроблені спеціально для використання на будівельних майданчиках з обмеженим простором і відносно невеликими потребами в бетоні. Вони ідеально підходять для заливки опор електричних та освітлювальних стовпів, пішохідних доріжок, для створення ландшафтного дизайну. Вони обладнані електронною системою зважування, похибка якої не перевищує 5%.

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата		

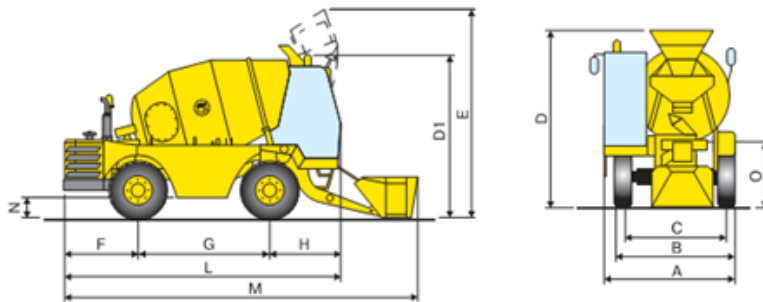


Рис. 1.11 Бетонозмішувач “SCOUT” на спец шасі (Італія)



Рис. 1.11 Бетонозмішувачі “Stetter” на спец шасі

Зам.інв.№

Підпис і дата

Інв.№ ор.

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата

Арк.



а)



б)

Рис. 1.12 Бетонозмішувач з самозавантаженням Fіorі:

а) На пневмоходу

б) на гусеничному ході



Рис. 1.13 Бетонозмішувач з самозавантаженням Camіx ( Італія)

Зам.інв.№

Підпис і дата

Інв.№ ор.

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата

Арк.



Рис. 1.14 Бетонозмішувач з самозавантаженням DAVINO (Італія)

### 1.3.Висновки

Виконаний огляд існуючих конструкцій дозволяє зробити наступні висновки:

- існуючі авто бетонозмішувачі випускаються великих об'ємів завантаження;
- майже відсутні розробки малогабаритних пересувних установок;
- при розробці подібних машин іде тенденція до об'єднання їх з іншими будівельними машинами;
- на будівельних майданчиках відсутні самопересувні бетонозмішувальні установки для забезпечення ремонтних та малих об'ємів робіт.

Тому є нагальна потреба у розробці та виготовленні малогабаритної бетонозмішувальної техніки, яка могла б у собі поєднувати і навантажувач, і бетонозмішувач, і бетоноукладач.

Інв.№ ор.							Зам.інв.№						
Підпис і дата													
												Арк.	
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата								

## 2. ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ РОБІТ

На практиці процес доставки бетонної суміші для бетонування здійснюють за двома схемами:

1. Від місця приготування до безпосереднього розвантаження в блок бетонування;

2. Від місця приготування до місця розвантаження біля об'єкту, з подальшою подачею бетону в блок бетонування. Ця схема передбачає проміжне перевантаження бетонної суміші.

Транспортування й укладання бетонної суміші необхідно здійснювати спеціалізованими засобами, які забезпечують збереження заданих властивостей бетонної суміші. Забороняється додавати воду на місці укладання суміші для збільшення її рухливості. Транспортування бетонної суміші від місця приготування до місця розвантаження або безпосередньо в блок бетонування здійснюють переважно автомобільним транспортом, а транспортування від місця розвантаження в блок бетонування в баддях кранами, підйомниками, транспортерами, бетоноукладачами, бетононасосами.

При будь-якому способі транспортування бетонну суміш потрібно оберегти від впливу сонячних променів, атмосферних опадів, розшарування на складові частини і витоків цементного молока. Додатково в зимових умовах бетонну суміш оберегають від швидкого охолодження й замерзання. Бетонну суміш на об'єкт бетонування доставляють в автомобілях-самоскидах, автобетоновози, в кузова бортових автомобілів. Тривалість перевезення, тобто час від приготування бетонної суміші до її укладання й ущільнення, не повинна перевищувати 1 год. При русі бетон потрібно оберегти від надмірного струшування щоб уникнути розшарування. На хороших дорогах на відстані до 15 км бетонну суміш можна транспортувати у відкритих автомобілях-самоскидах, однак 2 ... 3% суміші втрачається в дорозі. Для транспортування бетонної суміші в міських умовах, а також на великі відстані (в межах до 100 км) особливо доцільно застосовувати автобетонозмішувачі («міксери») зі змішувальними барабанами різної місткості. У змішувальний барабан на

Інв. № ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №					Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№ док	

бетонному заводі завантажують суху бетонну суміш, яка за 5 ... 8 хв до прибуття до місця укладання бетонної суміші перемішується з введеної в барабан водою або воду подають безпосередньо на об'єкті. Готову суміш вивантажують шляхом обертання змішувального барабана у зворотну сторону. Наявність відкидного вивантажувального лотка дозволяє робити порційне розвантаження, а також безпосередньо подавати суміш відразу в конструкцію, що бетонується. Використання автобетонозмішувачів до

зволяє істотно збільшувати допустимі відстані перевезення бетонних сумішей

без зниження їх якості. Подачу бетонної суміші в конструкції, розташовані в котловані нижче рівня землі, здійснюють з проміжним перевантаженням і подальшою подачею в блок бетонування по віброжолобу. Доставлену автомобільним транспортом бетонну суміш розвантажують на об'єкті в бадді і в більшості випадків за допомогою кранів подають безпосередньо в конструкцію. Зазвичай бадді бувають корисною місткістю 0,3; 0,6 і 0,8м<sup>3</sup>; їх заповнюють бетонною сумішшю на 0,9 ... 0,95% їх обсягу.

У принципі необхідно відзначити, що автобетонозмішувачі призначені, перш за все, для транспортування різних бетонних сумішей і розчинів на будівельні майданчики\при збереженні властивостей розчинів, а також для вивантаження бетонних сумішей в спеціальні ємності, або бетононасоси. Уся різниця між звичайним бетонозмішувачем і автобетонозмішувачем полягає в тому, що звичайні бетонозмішувачі, як правило, знаходяться на бетонних заводах, де і відбувається приготування різних сумішей і розчинів. Автобетонозмішувачі ж готують розчини безпосередньо при доставці та транспортуванні. Таким чином, відбувається значна економія часу, і розчини не втрачають своїх властивостей при транспортуванні. Найчастіше автобетонозмішувачі використовуються на базі шасі, таких як: КРАЗ, КАМАЗ, ЗІЛ, МАЗ, УРАЛ, а іноді і VOLVO, MAN.

Технологія використання бетонозмішувачів із само завантаженням відрізняється від звичайних авто бетонозмішувачів і реалізує концепцію мінізаводу по приготуванню і укладанні бетонної суміші прямо на будівельному майданчику. При цьому виключається використання послуг стаціонарних

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№ док	

бетонних заводів та транспортування бетонної суміші на місце доставки. Бетонозмішувачі з самозавантаженням, заслужили приголомшливу репутацію в світі і зараз широко поширюються на території країн Європи та Азії. Адже переваги цих машин очевидні не тільки у теорії, а і на практиці – легкі розрахунки демонструють, що виключення витрат на оплату послуг бетонного заводу і транспортування автоміксерами дає власникові такої машини значну економію з кожного кубометра бетону. Як показують розрахунки, для того, щоб машина окупилася, достатньо лише за рахунок позначеної економії, приготувати близько 3500 кубічних метрів бетонної суміші. З цими автобетонозмішувачами можна оперативно реагувати на потреби будівельного майданчика, виготовляючи широку палітру марок бетонних сумішей. Бетонозмішувачі з самозавантаженням – вирішення транспортних проблем доставки бетону в центри величезних міст, при цьому створення бетону з роллю одного водія-оператора можна починати незадовго до моменту бетонування. Ще більше така техніка виправдовує себе в умовах подорожчання пального, сервісного обслуговування та появи дорожніх заторів, а також при зростаючих вимогах до чистоти будівельного транспорту з боку комунальних служб та авто інспекції. Бетонозмішувачі з самозавантаженням абсолютно підходять як для малоповерхового, котеджного будівництва, так і для будівництва великих об'єктів в найскладніших умовах – там, де стаціонарні бетонні заводи не забезпечують мінімізацію витрат. А завдяки застосуванню двох і більше машин продуктивність зростає кратно при одночасному зниженні витрат на закупівлю і утримання техніки аналогічного за обсягами виробництва бетонного заводу, де використовуються навантажувачі, авто міксери, здійснюється організація електро та водопостачання, застосовується додаткова вантажопідіймальна техніка та обслуговуючий персонал.

Бетонозмішувачі з самозавантаженням самі завантажують сировину(без трактора) в бетонозмішувальний барабан під контролем електронної системи дозування для приготування бетону різних марок. Шарнірний механічний ковш бетонозмішувача, керований оператором з кабіни управління, сам набирає сировину і через завантажувальний бункер засипає матеріал в

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата	





зберігаються на спеціально відведених майданчиках, в барабан з бетонозмішувального обладнання. Дозування компонентів виконується візуально. Система подачі води дозволяє дозовано подати воду із свого бака. При транспортуванні суміші від майданчика до об'єкту будівництва виконується змішування компонентів та приготування бетону. На будівельному майданчику суміш вивантажується за допомогою обертання барабану у протилежному напрямку за допомогою розвантажувального механізму 1.

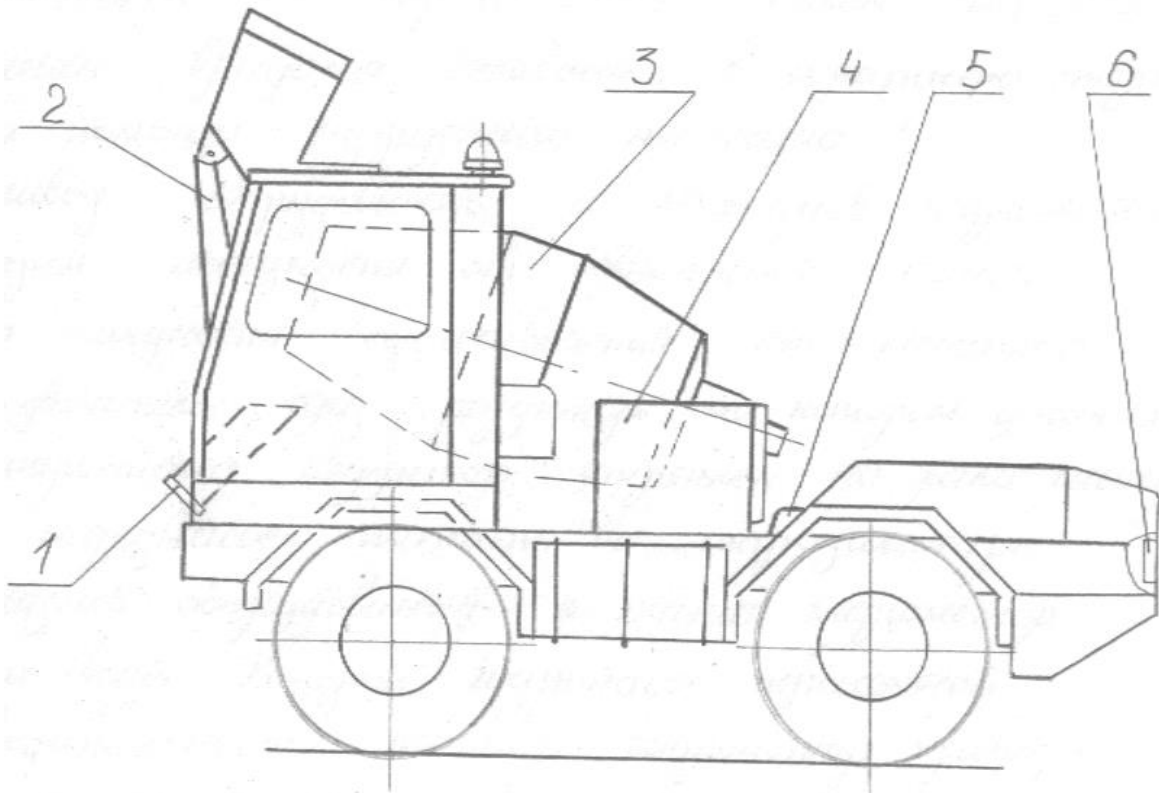


Рис.3.1. Конструктивна схема бетонозмішувача

- 1- Розвантажувальний механізм; 2- завантажувальне обладнання;
- 3- бетонозмішувальне обладнання; 4- система подачі води; 5- запчастини;
- 6- насоси гідроприводу.

Привід обладнання і механізмів – гідравлічний з відбором потужності від двигуна шасі. Відбір потужності здійснюється від колінчатого валу двигуна

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата		

через редуційний механізм, на якому всиановлені два гідронасоси. Редуктор закріплений на рамі шасі. Один гідронасос живить всі гідрониліндри механізмів обладнання, атакож гідро двигун подачі води. Другий гідро двигун змінної продуктивності живить гідро двигун приводу змішувального барабану, забезпечуючи можливість встановлення необхідних для завантаження, змішування та вивантаження частоти обертання барабарабану та реверсу.

Керування гідроприводом електричне і здійснюється з кабіни базової машини та з панелі водоподачі.

Шасі бетонозмішувача – спеціальне двоосне, повно привідне, з усіма керованими колесами.

### ЗАВАНТАЖУВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ

Завантажувальне обладнання призначене для завантаження компонентів бетону, які зберігаються насипом на спеціально обладнаних майданчиках (буддворі), до бункеру бетонозмішувального обладнання.

При опусканні на необхідний рівень стріли 8 та повернутому вперед ковші 7 бетонозмішувач своїм ходом набирає у ківш один з компонентів і завантажує його у барабан за допомогою гідро циліндрами 9. Після цього гідро циліндрами 10 стріла піднімається до повного втягування штоку.Ківш, гідро циліндр 9 та стріла представляють собою чотирьох ланковий механізм, що дає можливість при підйманні стріли знаходитись ковшу у горизонтальному положенні, щоб компоненти не випадали із нього.

Шток гідро циліндру регулюється по довжині, що дає можливість встановити ковш у потрібному положенні.Після повного піднімання стріли ковш перекидається гідро циліндром 9 і його вміст висипається в бункер бетонозмішувального обладнання.

Стріла кріпиться до провусин рами шасі за допомогою пальців, посадочні місця яких ущільнені резиновими кільцями. Ковш та стріла також закріплені пальцями.

Гідро циліндр 9 провусиною штока кріпиться до провусини ковша, а провусина циліндру – до кронштейну рами бетонозмішувача.

Зам.інв.№	
Підпис і дата	
Інв.№ ор.	

										Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата					

## МЕХАНІЗМ РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИЙ

Розвантажувальний механізм служить для прийому бетону із прийомного лотка бетонозмішувального обладнання та подачі його самопливом у необхідне місце. Механізм складається із лотка, гідро циліндра, важеля і кронштейна. Розгужочний механізм кронштейном кріпиться до рами бетонозмішувального обладнання. На важелі за допомогою осі встановлений лоток з можливістю коливання у вертикальній площині.

Підйом (опускання) лотка здійснюється за допомогою гідро циліндра, закріпленого з одного боку до важеля пальцем, а з другого боку до лотка також пальцем.

Поворот лотка в горизонтальній площині здійснюється за допомогою гідроциліндра разом з важелем.

Лоток може подовжуватись навішуванням на нього ще двох лотків, які входять в комплект бетонозмішувача і закріплені на правому задньому крилі шасі.

## БЕТОНОЗМІШУВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ

Бетонозмішувальне обладнання призначене для приймання компонентів бетону, приготування його та вивантаження його в розвантажувальний механізм.

Все обладнання встановлено та закріплено на підвісній рамі, передня частина якої за допомогою пальців шарнірно закріплена в проушинах рами шасі.

Хвостова частина рами через гідроциліндр та палець також закріплена в проушині рами шасі. На рухомій рамі закріплено два ролики, які служать передньою опорою для змішувального барабана. Ролики закриті кришками.

В хвостовій частині рами шарнірно вгоризонтальній площині закріплений кронштейн. До кронштейна за допомогою кришок також шарнірно в вертикальній площині закріплена опора, в якій через підшипник встановлена маточина.

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата				

Маточина болтами кріпиться до дна змішувального барабана і є його задньою опорою.

Таким чином задня частина змішувального барабана прикріплена шарнірно в двох площинах до підйомної рами, а передня частина вільно лежить на роликах.

Обертання змішувального барабана здійснюється гідромотором , встановленим на редукторі. Редуктор через кришку кріпиться болтами до опори.

Крутний момент редуктора передається на маточину через зубчасту муфту, закріплену між редуктором та маточиною.

Перед відкритою горловиною змішувального барабана на двох штангах до рами прикріплено лоток.

При обертанні змішувального барабана за часовою стрілкою при вигляді спереду виконується змішування компонентів бетону. При обертанні проти часової стрілки і відповідно при нахилі циліндром всього бетонозмішувального обладнання вперед на необхідний кут виконується вигризка бетону.

### ЗМІШУВАЛЬНИЙ БАРАБАН

Змішувальний барабан представляє собою гравітаційний реверсивний бетонозмішувач. Змішувальний барабан складається з двох зрізаних конусів, заданих у основи циліндричною вставкою. Всередині барабана вварені двохзаходні спіральні лопаті. Розміщення спіралей, кут нахилу та реверсивність його обертання забезпечують якісне змішування компонентів та його вивантаження.

На передньому кінці барабана приварено бандаж, який служить опорною доріжкою при опиранні змішувального барабана на ролики. Задній конус закритий дном, до якого приварений фланець . До фланця болтами кріпиться маточина приводу обертання барабана. На барабані передбачено одне вікно, закрите кришкою, для аварійного вивантаження та очистки барабану.

### ПІДНІМАЛЬНА РАМА

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				

Піднімальна рама призначена для встановлення та закріплення на ній всього бетонозмішувального обладнання, а також для нахилу його вперед при вивантаженні бетону.

Рама представляє собою зварну конструкцію, яка складається із двох балок, з'єднаних між собою поперечинами та опорою. До балок приварена опора, на кронштейнах якої встановлюються опорні ролики для змішувального барабана. На рамі передбачені кронштейни, які служать відповідно для закріплення гідро циліндра поворота ковша, двох гідроциліндрів (піднімання, опускання) стріли завантажувального обладнання, та гідро циліндра піднімання рами.

### БУНКЕР

Бункер призначений для приймання компонентів бетону із ковша завантажувального обладнання і для направлення їх в змішувальний барабан. Бункер представляє собою зварну конструкцію із листового матеріалу. Складається із корпусу, труби і кронштейна.

Бункер своїм корпусом встановлюється та кріпиться на приймальному лотку з невеликим зазором до відкритої горловини змішувального барабана. Корпус своїм жолобоутворюючим низом заходить всередину барабана і по ньому компоненти бетону потрапляють в барабан. Труба служить для під'єднання рукава від системи водоподачі з метою затворення бетонної суміші. Кронштейнами бункер встановлюється та кріпиться до приймального лотка.

### РЕДУКТОР

З метою зменшення габаритів для збільшення крутного моменту та передачі його від гідромотора до муфти використано планетарний редуктор.

Редуктор складається із наступних основних складових частин:

Корпуса 1, епіцикла 6, сателітів 17, підшипників 32, 35,35, вал-шестерні 5, водила 4, пальців та інших деталей.

Редуктор кріпиться до кришки задньої опори змішувального барабана наступним чином:

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата	

В розточку епіцикла 6 встановлюється гідромотор 52. Кріплення гідромотора 52 до епіцикла здійснюється болтами. На шлицьовому хвостовику валу гідромотора встановлена муфта 3, яка в свою чергу шлицьовим зеднанням з'єднана з вал-шестернею 5. Таким чином крутний момент передається від валу гідромотора до вал-шестерні, яка є сонячною шестернею планетарної передачі.

Вал-шестерня встановлена в розточці водила 4 на двох підшипниках. Фіксація вал-шестерні в осьовому напрямку здійснюється двома кільцями та буртами самої вал-шестерні. Ущільнення порожнини редуктора здійснюється Манжетами та заглушкою.

Водило 4 встановлене на підшипниках в розточці епіциклів. Фіксація водила 4 в осьовому напрямку здійснюється підшипниками та буртами розточок епіциклів. Зубчатий вінець вал-шестерні 5 з'єднується з зубчатим вінцем сателітів 17, які встановлені на підшипниках 32 та пальцях 19. В свою чергу пальці 19 встановлені в розточках водила 4. Фіксація сателітів в осьовому напрямку здійснюється буртами підшипників 32, втулками 16, кільцями, а також опорними поверхнями водила 4. Пальці 19 в осьовому напрямку зафіксовані болтами. Зубчаті вінці сателітів з'єднуються з зубчатим вінцем епіцикла 6, прикріпленого до корпусу болтами.

Епіцикл 6, встановлений на підшипниках 36 в розточці корпуса 1. Фіксація епіцикла в осьовому напрямку здійснюється підшипником 36, кільцем та буртами самого епіцикла.

Змащування деталей редуктора здійснюється розбризкуванням масла, яке заливається а порожнину, закриту щупом 7. Контроль рівня масла, яке заливається в редуктор, здійснюється щупом 7. Злив масла здійснюється через отвір, закритий пробкою 28. Зеднання порожнини редуктора з атмосферою здійснюється через сапун. В редуктор заливається 1,8 літра масла трансмісійне-

Всесезонне TMS-18, зимне TM-12PK, групи TMS.

По стандарту SAE: все сезонне 85W/90, 80W/90, літне SAE 90, зимне 75W, 80W.

Зам.інв.№	
Підпис і дата	
Інв.№ ор.	

											Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата						

### 3.2. Обслуговування автобетонозмішувача

Технічне обслуговування включає в себе комплект робіт для підтримання працездатності машини при підготовці і використанні по призначенню, при зберіганні та транспортуванні.

У відповідності з призначенням, об'ємом, складом робіт та періодичністю виконання технічне обслуговування ділять на наступні види:

Щоденне обслуговування (ЕО) – виконується перед початком, на протязі та після робочої зміни.

Планове (ТО) – встановлюється заводом - виробником.

Сезонне (СО) – виконується два рази в рік при підготовці до літнього або зимнього сезону.

Виконання ЕО є обов'язковим і окремо не планується. Його виконує машиніст обладнання.

Загальні роботи при ТО:

Очищають машину, складальні одиниці та обладнання від залишків бетонної суміші, бруду та масла. Проводять контрольний огляд обладнання:

Перевіряють кріплення робочих органів, ходової частини, органів управління, змащують поверхні тертя згідно карт змащування, перевіряють взаємодію основних складальних одиниць та механізмів.

Перевіряють гідросистему (рівень масла, стан гідронасосів та гідродвигунів, гідро розподільників, манометрів, рукавів високого тиску).

Проводять контрольний огляд двигуна внутрішнього згорання.

Для безперервної роботи авто бетонозмішувача запас необхідних сипучих матеріалів розміщують в безпосередній близькості від змішувача. Воду в дозуючій пристрій подають під тиском 0,2...0,4 Мпа.

В обов'язки машиніста входять керування всіма механізмами, правильне завантаження матеріалів в барабан, наповнювання бака водою, дотримання режимів змішування, транспортування, вивантаження готової суміші, промивання місткостей, поворотного жолоба, технічне обслуговування.

Обов'язкова перевірка змащувального матеріалу у всіх змащувальних точках.

Перевірка надійності прилягання основних агрегатів та механізмів.

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата	

Після зміни обов'язково промити змішувальний барабан та завантажувальну воронку щебенем з водою. Об'єм завантаженого щебеня повинен бути 0,2...0,3 м<sup>3</sup>.

Необхідно своєчасно та правильно заправляти гідросистему машини. В масляний бак гідросистеми заливають 90 літрів масла И-40А, або всесезонне ВМГЗ від -30 до + 35°С.

Для літніх умов експлуатації: масло ІС-30, для зимніх умов – веретенне масло АУ.

Пластичні мастила –ЦИАТИМ-203 (ГОСТ 8773-73) при температурі деталей до 90°С; та Литол – 24 (ГОСТ 21150-87) ) при температурі деталей до 135°С.

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата				

### 3.3 Розрахунок основних параметрів бетонозмішувача

#### 3.3.1. Розрахунок конструктивних параметрів барабану

Вихідні дані:

- місткість по завантаженню  $0,9 \text{ м}^3$
- крупність заповнювача до  $40 \text{ мм}$

Параметри конусів, що приймаються по аналогу:

- кут утворюючих конусів:

переднього –  $\beta_1 = 36 \dots 38^\circ \text{C}$

заднього -  $\beta_2 = 40^\circ \text{C}$

#### Розрахунок робочих органів

Теоретична форма барабану:

1. Мінімальний діаметр:

$$D_{2T} = 2,23 \cdot V_3^{0,312}$$

2. Діаметр завантажувального отвору:

$$D_1 = 0,63 \cdot V_3^{0,312}$$

3. Робочий діаметр барабана:

$$D_2 = 0,71 \cdot D_{2T} = 1,583 \cdot V_3^{0,312}$$

4. Довжина переднього конуса:

$$L_1 = (D_2 - D_1) \cdot \text{ctg} \beta_1 / \beta_2$$

5. Довжина заднього конуса:

$$L_3 = 0,143 \cdot D_2$$

6. Довжина циліндричної частини:

$$L_2 = [(D_{2T} - D_2) \cdot \text{ctg} \beta_1] / 2 = [0,6467 \cdot V_3^{0,312} \cdot \text{ctg} \beta_1] / 2;$$

7. Діаметр днища:

$$D_3 = D_2 - 2 \cdot L_3 \cdot \text{tg} \beta_2;$$

8. Загальна довжина барабана:

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				

$$L = L_1 + L_2 + L_3 ;$$

9. Об'єм добавочного конічного кільця:

$$V_1 = \pi \cdot D_2^2 \cdot L_3 / 4 - \pi \cdot L_3 (D_2^2 + D_2 \cdot D_3 + D_3^2) / L_2 \text{ \$}$$

10. Розрахунковий діаметр барабана:

$$D_{2P} = \sqrt{\frac{V_1}{0,785 \cdot L_2} + D_2^2}$$

### 3.3.2 Розрахунок приводу барабану

Розрахункові навантаження.

Розрахункові значення крутних моментів на барабані, частота його обертання та тривалість роботи на різних режимах визначені в таблиці 2.1. Крутні моменти на вхідному валу редуктора барабану та частота обертання розраховуються по формулам:

$$M_{вх} = \frac{M_{\delta}}{u_p \cdot \eta_p} ; \quad n_{вх} = n_{\delta} \cdot u_p ;$$

Де  $u_p = 50,55$ ;  $\eta_p = 0,85$  – передаточне число та кпд редуктора.

Параметри навантаження вхідного валу редуктора барабану наводимо в табл.

### 3.1

Таблиця 3.1

Параметри навантаження вхідного валу

Режим навантаження	$M_{вх}$ , Н·м	$n_{вх}$ , хв. <sup>-1</sup>	T, год
1	45,38	-	-
2	34,05	758	1000
3	14,52	758	1000
4	29,05	253	1250
5	34,05	506	350
6	14,52	506	1400

Розрахункова схема зображена на рисунку 3.2

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата	

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата

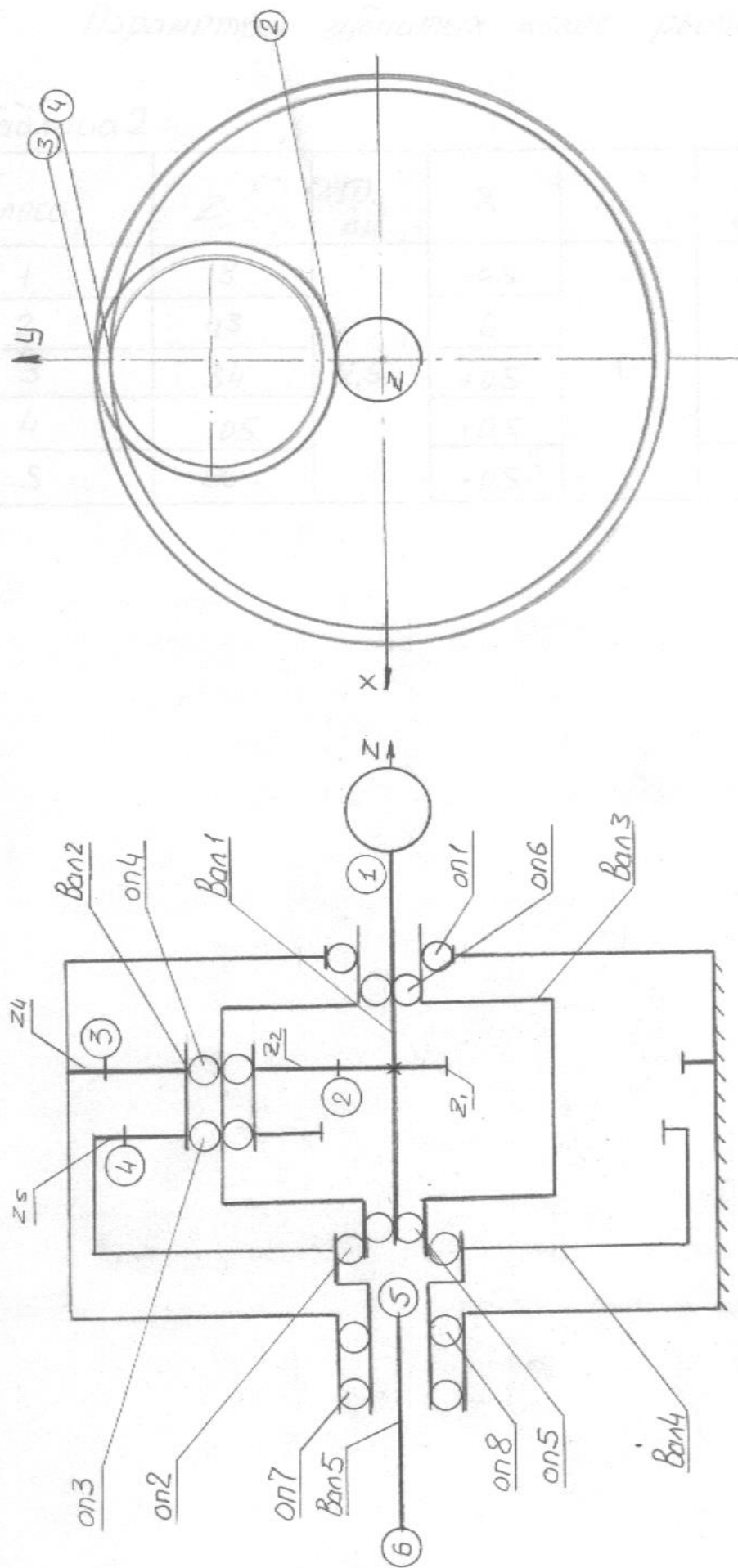


Рис. 3.2 Розрахункова схема приводу барабана

**Таблиця 3.2**

Параметри зубчатих коліс редуктора

Колесо	z	m , мм	x	$h_A^*$	B, мм	Матеріал термообробка
1	18	2,5		1		Сталь 40Х Покращення 30...34 HRC
2	43					
3	34					
4	105					
5	96					

3.3.3 Швидкості виконуючих пристроїв

Визначення подачі насосів

Привід виконавчих пристроїв ( стріли, ковша барабана, водяного насосу і т.д.) здійснюється від двох насосів.

Насос змінної продуктивності НП 25 живить гідромотор МП 25 привода барабана. Насос НШ-32 живить всі гідро циліндри та гідромотор ГМ-32 (привід водяного насоса). Частота обертання валів обох насосів однакова і дорівнює

$n_H = 1200 \text{ хв}^{-1}$  при частоті обертання колінчатого валу двигуна

$n_{дв} = 2000 \text{ хв}^{-1}$ . Тоді подача насосу НП-25 буде дорівнювати:

$$Q_{H1} = g_n \cdot n_H \cdot \eta_{vH1} = 25 \cdot 10^{-6} \cdot 1200 \cdot 0,93 = 27,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{хв.};$$

Де  $g_n = 25 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$  – робочий об’єм насоса НП-25;

$\eta_{vH1} = 0,93$  – коефіцієнт подачі насоса НП-25.

Подача насоса НШ-32 дорівнює:

$$Q_{H2} = g_n \cdot n_H \cdot \eta_{vH2} = 32 \cdot 10^{-6} \cdot 1200 \cdot 0,94 = 36,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{хв.};$$

Де  $g_n = 32 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$  – робочий об’єм насоса НШ-32;

$\eta_{vH2} = 0,94$  – коефіцієнт подачі насоса НШ-32.

Виконавчі швидкості механізмів, які приводяться в дію від гідроциліндрів.

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата	



Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№
Зм.	Кільк	Арк.
№ док	Підп.	Дата

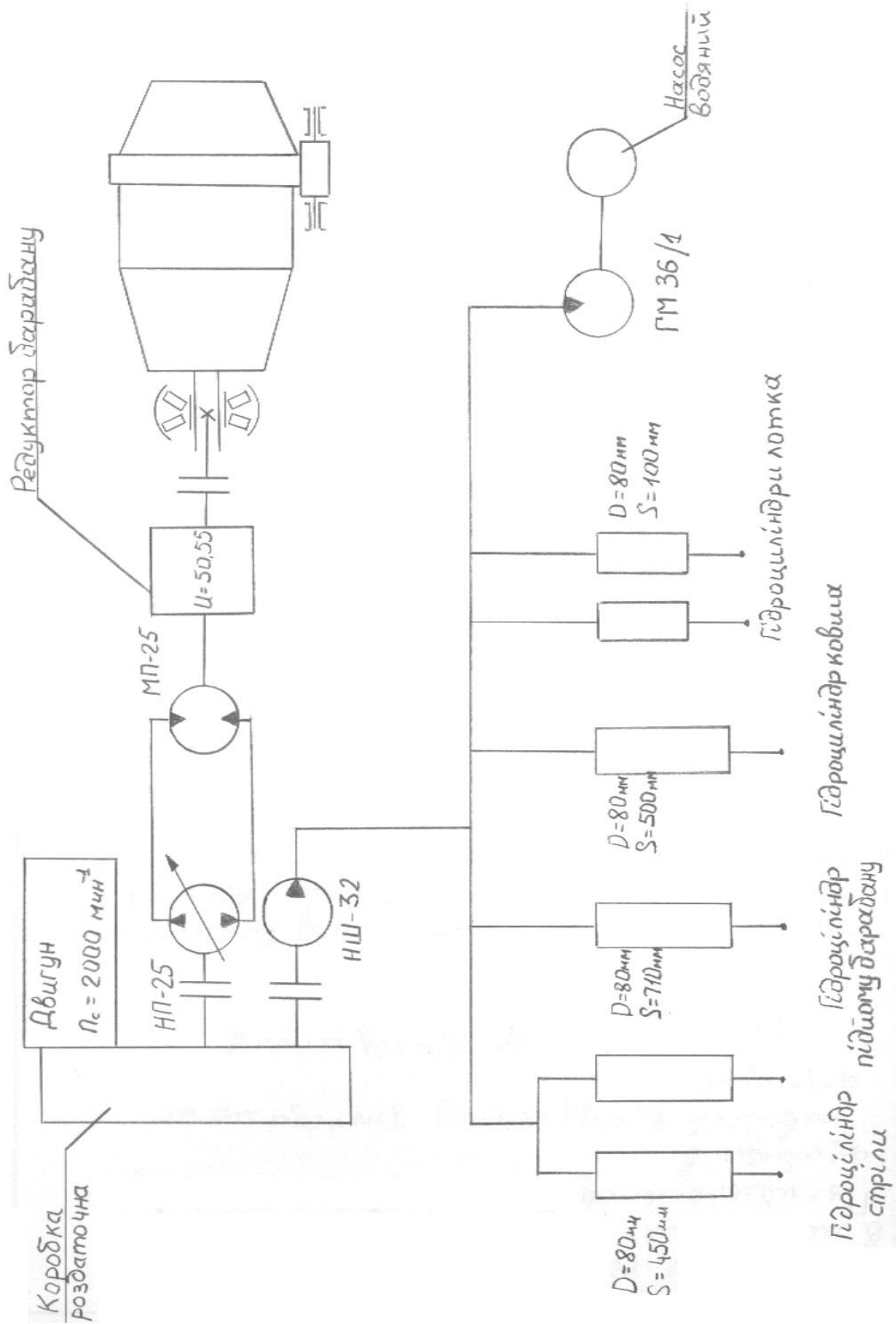


Рис.3.3 Гідравлічна схема до розрахунку

Таблиця 3.3

## Кінематичні параметри

Найменування механізму	Кількість Циліндр.	Робоча порожнина циліндра	Швидкість штоку	Час руху с.	Переміщ. виконав. мех-му	Середня швидкість переміщ.
Механізм підйому стріли	2	безштокова	0,055	8,2	2,73м	0,33м
		штокова	0,069	6,5		0,42м
Механізм повороту ковша	1	безштокова	0,110	1,0	28°	*28град/с
		штокова	0,138	0,8		*37град/с
Механізм підйому лотка	1	безштокова	0,110	0,9	38°	*42 град/с
		штокова	0,138	0,7		*54 град/с
Механізм повороту лотка	1	безштокова	0,110	0,9	60°	*67 град/с
		штокова	0,138	0,7		*86 град/с
Механізм підйому барабана	1	безштокова	0,110	6,4	39°	*6,1 град/с
		штокова	0,138	5,1		*7,6 град/с

\* Швидкості завдяки дроселюванню повинні бути зменшені.

Виконавчі швидкості механізмів, які приводяться гідродвигунами.

Частота обертання вала гідро двигуна визначається по формулі:

$$n_M = \frac{Q_H \cdot \eta_{VH} \cdot P_{FA}}{q_M},$$

Частота обертання виконавчого механізму розраховується по формулі:

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата		

$$n_I = \frac{n_M}{u_p},$$

де  $u_p$  – передаточне число редуктора, встановленого між гідродвигуном та виконавчим пристроєм. Розрахунки зводимо в таблицю 2.4, в якій:

$\eta_{VM}$  – об’ємний ккд двигуна;

$q_M$  – робочий об’єм гідро двигуна;

$\eta_{FA} = 0,96$  - об’ємний ккд гідроагрегатів в магістралях гідромотору.

В якості силового приводу використовується гідро двигун МП-25 для приводу водяного насосу ГМ-36

Таблиця 2.4

Найменування механізму	$Q_H$ м <sup>3</sup> /хв	Марка двигуна	$q_M$ , м <sup>3</sup>	$\eta_{VM}$	$n_m$ , хв. <sup>-1</sup>	$u_p$	Частота обертання колінчатого валу, хв. <sup>-1</sup>
Привод барабану	$21,9 \cdot 10^{-3}$	МП-25	$25 \cdot 10^{-6}$	0,94	1007	50, 55	2000
Привод водяного насосу	$36,1 \cdot 10^{-3}$	ГМ 36/1	$12,5 \cdot 10^{-6}$	0,94	2600	-	2600

В розрахунку прийнято середнє значення робочого об’єму мотора ГМ 31/6 , який змінюється від  $11,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$  до  $13,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$  в залежності від часу експлуатації.

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				

### 3.3.4 Баланс потужності

#### Потужність приводу барабана

Строк служби машини до капітального ремонту складає 6000год, що приблизно складає три роки однозмінної роботи. З урахуванням неминучих витрат в роботі та холостих пробігів ресурс роботи барабана приймаємо 5000год.

Режим роботи барабана під навантаженням можна розбити на три групи: перемішування бетонної суміші при завантажуванні, побуджування її при переїздах до місця роботи та вивантаження готового бетону.

Виходячи із аналізу робочого цикла аналогічних мобільних бетонозмішувачів приймаємо наступний розподіл ресурсу барабана по видам робіт:

Завантажування та перемішування суміші – 40% або 2000год;

побуджування (спонукування) – 25% або 1250год;

розвантаження – 35% або 1750год.

Розрахункові значення крутячих моментів на барабані та частоти його обертання приймаються по даним, отриманим на підприємстві “Бетра” м. Москви. Максимальний крутячий момент на барабані дорівнює  $M_{\max}=1950$  н·м, а максимальна частота його обертання при цьому може досягати  $n_{\max}=20$ хв<sup>-1</sup>. Такий граничний режим роботи є короткочасним та епізодичним і тому в цикл роботи не включається. При завантажуванні та перемішуванні бетонної суміші середня частота обертання складає 15хв<sup>-1</sup>. Крутний момент на барабані половину часу завантаження складає 75% від максимального моменту, а другу половину часу – 32% від максимального.

При розвантажуванні та перемішуванні бетонної суміші машина може пересуватися із швидкістю 2,5 – 3 км/год.

В процесі спонукування частота обертання барабана складає в середньому 5хв<sup>-1</sup>, крутний момент на барабані дорівнює 64% від максимального. Машина може рухатись по дорозі із максимальною швидкістю 25км/год. Розвантаження бетону проводиться при частоті обертання барабана 10хв<sup>-1</sup>. Крутний момент на барабані 20% часу

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата		

розвантаження складає 75% від максимального , а 80% часу – 32% від мінімального моменту.

Машина при розвантаженні може пересуватись із швидкістю 2,5 – 3км/год.

У відповідності з прийнятим розподілом навантажень в таблиці 2.5 наведені величини крутних моментів на барабані та їх час дії на протязі всього ресурсу барабана при виконанні різних видів робіт. В цій же таблиці наведені значення потужності, які споживаються барабаном, вираховані по формулі:

$$N_B = \frac{M_B \cdot \Pi_B}{9550} .$$

Таблиця 3.5

Вид робіт	Номер режиму навантаження	Тривалість режиму, год	Крутний момент на барабані, н·м	Потужність, яка споживається барабаном.	Частота обертання барабана, хв. <sup>-1</sup>
Граничне навантаження	1	-	1950	4,08	20
Завантаження	2	1000	1463	2,3	15
	3	1000	624	0,98	15
Спонування	4	1250	1248	0,65	5
Розвантаження	5	350	1463	1,53	10
	6	1400	624	0,65	10

*Потужність на штоках гідро циліндрів та підйомної рами*

При підніманні стріли із заповненим ковшом найбільший тиск в гідро циліндрі стріли складає  $p = 5,4$  МПа.

Потужність на вході гідро циліндра дорівнює:

$$N_{ЦС} = \frac{Q_{нг} \cdot P}{60 \cdot 10^3} = \frac{36 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 5,4 \cdot 10^6}{60 \cdot 10^3} = 3,25 \text{ кВт.}$$

Де  $Q_{нг} = 36,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{хв.}$  подача насоса НЩ 32.

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№	Потужність на штоках гідро циліндрів та підйомної рами				Арк.
			<p>При підніманні стріли із заповненим ковшом найбільший тиск в гідро циліндрі стріли складає <math>p = 5,4</math> МПа.</p> <p>Потужність на вході гідро циліндра дорівнює:</p> $N_{ЦС} = \frac{Q_{нг} \cdot P}{60 \cdot 10^3} = \frac{36 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 5,4 \cdot 10^6}{60 \cdot 10^3} = 3,25 \text{ кВт.}$ <p>Де <math>Q_{нг} = 36,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{хв.}</math> подача насоса НЩ 32.</p>				
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата		

При підніманні барабана з бетоном для прискороного вивантаження в гідро циліндрі рами реалізується тиск 8,2 МПа. Тоді потужність на вході гідроциліндра дорівнює:

$$N_{ЦР} = \frac{Q_{НГ} \cdot P}{60 \cdot 10^3} = \frac{36 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 8,2 \cdot 10^6}{60 \cdot 10^3} = 4,93 \text{ кВт.}$$

Баланс потужності

Потужність витрачається двигуном на привід барабана і визначається по формулі:

$$N_{еБ} = \frac{N_B}{\eta_P \cdot \eta_{PK} \cdot \eta_{Н1} \cdot \eta_M} = \frac{N_B}{0,85 \cdot 0,9 \cdot 0,87 \cdot 0,91} = 1,65 N_B,$$

Де  $\eta_P = 0,85$  – ккд редуктора привода барабана,

$\eta_{PK} = 0,9$  – ккд роздаточної коробки приводу насосу,

$\eta_{Н1} = 0,87$  – ккд насосу НП-25,

$\eta_{Н1} = 0,91$  – ккд мотора МП-25.

Теплові втрати потужності при обертанні барабана :

$$\Delta N_B = \frac{N_B}{\eta_P} \cdot \left( \frac{1}{\eta_{Н1} \cdot \eta_{Н}} - 1 \right) = \frac{N_B}{0,85} \left( \frac{1}{0,87 \cdot 0,91} - 1 \right) = 0,31 \cdot N_B.$$

Потужність, яка витрачається двигуном на висування штоків гідроциліндрів, визначається по формулі:

$$N_{еЦ} = \frac{N_{Ц}}{\eta_{PK} \cdot \eta_{НГ}} = \frac{N_{Ц}}{0,9 \cdot 0,83} = 1,34 \cdot N_{Ц},$$

Де  $\eta_{НГ} = 0,83$  – ккд насоса НШ-32.

Результати проведених розрахунків зведені в таблицю 2.6 складену з урахуванням можливого суміщення підйому стріли з вантажем та обертанням барабану при завантаженні. Підйом рами для швидкого розвантаження барабану є операцією епізодичною та короткочасною і тому в сумарні втрати потужності не включається.

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				

Потужність двигуна базової машини дорівнює  $N_e = 47$  кВт. Як видно з таблиці на привід робочого обладнання витрачається не більше 20% потужності двигуна.

Тепловий режим

Без урахування зупинок та холостих переїздів машини середня величина втрати потужності, яка перетворюється в тепло, дорівнює:

$$\Delta N_{CP} = \sum \Delta N_i \cdot d_i = 1,36 \cdot 0,2 + 0,95 \cdot 0,2 + 0,2 \cdot 0,25 + 0,47 \cdot 0,07 + 0,2 \cdot 0,28 = 0,6 \text{ кВт},$$

де  $\Delta N_i \cdot d_i$  – втрати потужності на  $i$ -му режимі та відносна тривалість цього режиму.

Вважаючи втрати потужності в гідро магістралях рівними 25% від  $\Delta N_{CP}$ , визначимо кількість тепла, що виділяється в гідроприводі:

$$K = 1,25 \cdot 860 \cdot \Delta N_{CP} = 1,25 \cdot 860 \cdot 0,6 = 645 \text{ кКал/год}$$

Кількість тепла, що випромінюється поверхнями бака та трубопроводів при температурі масла  $t_m = 70^\circ\text{C}$  та максимальній температурі навколишнього середовища (повітря)  $t_g = 40^\circ\text{C}$ , дорівнює:

$$E_u = F_{uzl} \cdot (t_m - t_g) \cdot R = 2 \cdot (70 - 40) \cdot 12 = 720 \text{ кКал/год}$$

Де  $F_{uzl} \approx 2 \text{ м}^2$  – площа поверхні випромінювання,

$R = 12 \text{ кКал/год} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{град}$  – коефіцієнт теплопередачі.

Таким чином, тепловий режим гідроприводу робочого обладнання можна вважати нормальним і допоміжні джерела охолодження масла не потрібні.

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата	

## 4 РОЗРАХУНКИ НА МІЦНІСТЬ

### 4.1 Розрахунок кронштейну кріплення гідроциліндру стріли

Матеріал кронштейну – Сталь 32ХГ2С:  $\sigma_T = 440 \text{ н/мм}^2$ ,

Перевіримо міцність кронштейну в 9-му розрахунковому випадку (рис. 3.1).

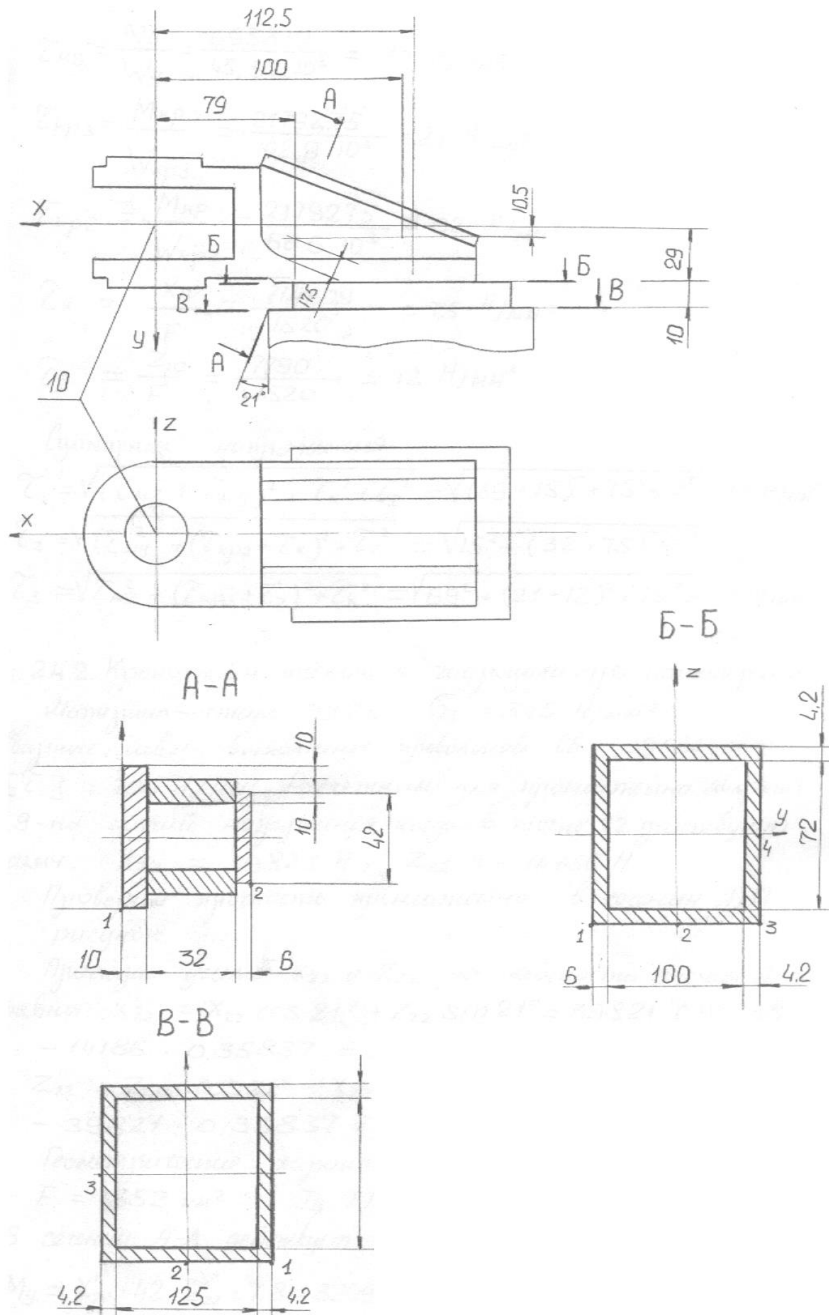


Рис. 4.1 Розрахункова схема кронштейну

Інв. № ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №					Арк.
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	

Зварні шви виконані проволокою Св-08Г2С [ $\tau$ ] = 200 Н/мм<sup>2</sup>.

В точці 10 діють сили:  $X_{10}=114609\text{Н}$ ,  $Z_{10}= 17790\text{Н}$ .

Геометричні характеристики перерізу А-А:

$$\begin{array}{lll} F = 1612\text{мм}^2 & I_y = 63,56 \cdot 10\text{мм}^4 & I_z = 40,4 \cdot 10\text{мм}^4 \\ Y = 19,59\text{мм}^2 & W_{y1} = 17,6 \cdot 10^3\text{мм}^3 & W_{z1} = 20,6 \cdot 10^3\text{мм}^3 \\ W_{z2} = 14,2 \cdot 10^3\text{мм}^3 & W_{y2} = 30,3 \cdot 10^3\text{мм}^3 & W_{кр} = 33,6 \cdot 10^3\text{мм}^3 \end{array}$$

Спроектуємо силу  $X_{10}$  на напрямок, паралельний та перпендикулярний перерізу А-А:

$$X'_{10} = X_{10} \cdot \cos 21^\circ = 114609 \cdot 0,93358 = 106997\text{Н.}$$

$$Y_{10} = X_{10} \cdot \sin 21^\circ = 114609 \cdot 0,35837 = 41072\text{Н.}$$

Згинаючий та крутний моменти в перерізі А-А дорівнюють:

$$M_z = X_{10} \cdot 10,5 = 114609 \cdot 10,5 = 1203390 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$M_y = Z_{10} \cdot 79 = 17790 \cdot 79 = 1405410 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$M_x = Z_{10} \cdot 17,5 = 17790 \cdot 17,5 = 311325 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Напруження в точці Z перерізу дорівнює:

$$\sigma_z = \frac{M_z}{W_{z2}} + \frac{M_y}{W_{y2}} + \frac{X'_{10}}{F} = \frac{1203390}{14,2 \cdot 10^3} + \frac{1405410}{30,3 \cdot 10^3} + \frac{106997}{1612} = 197 \text{ Н/мм}^2$$

Запас міцності в перерізі А-А:

$$n = \sigma_T / \sigma_z = 440/197 = 2,23$$

Геометричні характеристики перерізу Б-Б:

$$\begin{array}{lll} F = 1660\text{мм}^2 & I_y = 166,2 \cdot 10\text{мм}^4 & I_z = 293,5 \cdot 10\text{мм}^4 \\ Y = -4,8\text{мм}^2 & W_{y1} = 41,35 \cdot 10^3\text{мм}^3 & W_{z1} = 57,3 \cdot 10^3\text{мм}^3 \\ W_{z2} = 49,7 \cdot 10^3\text{мм}^3 & W_{y2} = 49,7 \cdot 10^3\text{мм}^3 & W_{кр} = 66,7 \cdot 10^3\text{мм}^3 \end{array}$$

Напруження та моменти в перерізі Б-Б:

$$M_z = X_{10} \cdot 29 = 114609 \cdot 29 = 3323660 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$M_y = Z_{10} \cdot 29 = 17790 \cdot 29 = 515910 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$M_x = Z_{10} \cdot 100 = 17790 \cdot 100 = 1779000 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$\tau_{MZ1} = \frac{M_z}{W_{z1}} = \frac{3323660}{57,3 \cdot 10^3} = 58 \text{ Н/мм}^2$$

$$\tau_{MZ2} = \frac{M_z}{W_{z2}} = \frac{3323660}{49,7 \cdot 10^3} = 67 \text{ Н/мм}^2$$

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				

$$\tau_{MY} = \frac{M_Y}{W_Y} = \frac{515910}{41,35 \cdot 10^3} = 13 \text{ Н/мм}^2$$

$$\tau_{KP} = \frac{M_{KP}}{W_{KP}} = \frac{1779000}{66,7 \cdot 10^3} = 27 \text{ Н/мм}^2$$

$$\tau_X = \frac{X_{10}}{F} = \frac{114609}{1660} = 69 \text{ Н/мм}^2$$

$$\tau_Z = \frac{Z_{10}}{F} = \frac{17790}{1660} = 11 \text{ Н/мм}^2$$

Сумарні напруження:

$$\tau_2 = \sqrt{(\tau_{MZ2} + \tau_{MY})^2 + \tau_X^2 + \tau_Z^2} = \sqrt{(67 + 13)^2 + 69^2 + 11^2} = 106 \text{ Н/мм}^2$$

$$\tau_3 = \sqrt{\tau_{MY}^2 + (\tau_{KP} + \tau_X)^2 + \tau_Z^2} = \sqrt{13^2 + (27 + 69)^2 + 11^2} = 97 \text{ Н/мм}^2$$

$$\tau_4 = \sqrt{\tau_{MZ2}^2 + \tau_X^2 + (\tau_{KP} - \tau_Z)^2} = \sqrt{69^2 + 67^2 + (27 - 11)^2} = 97 \text{ Н/мм}^2$$

Геометричні характеристики перерізу В-В:

$$F = 1520 \text{ мм}^2$$

$$I_y = 222,4 \cdot 10 \text{ мм}^4$$

$$I_z = 433,4 \cdot 10 \text{ мм}^4$$

$$W_y = 45,57 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

$$W_z = 65 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

$$W_{KP3} = 102,9 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

$$W_{KP2} = 68,6 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

Згинаючі та крутні моменти в перерізі В-В дорівнюють:

$$M_z = X_{10} \cdot 39 = 114609 \cdot 39 = 4469750 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$M_y = Z_{10} \cdot 39 = 17790 \cdot 39 = 693810 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$M_{KP} = Z_{10} \cdot 112,5 = 17790 \cdot 112,5 = 2179275 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Напруження в перерізі В-В:

$$\tau_{MZ} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{4469750}{65 \cdot 10^3} = 69 \text{ Н/мм}^2$$

$$\tau_{MY} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{693810}{45,57 \cdot 10^3} = 15 \text{ Н/мм}^2$$

$$\tau_{KP3} = \frac{M_{KP}}{W_{KP3}} = \frac{2179275}{102,9 \cdot 10^3} = 21 \text{ Н/мм}^2$$

$$\tau_{KP2} = \frac{M_{KP}}{W_{KP2}} = \frac{2179275}{68,6 \cdot 10^3} = 32 \text{ Н/мм}^2$$

$$\tau_X = \frac{X_{10}}{F} = \frac{114609}{1520} = 75 \text{ Н/мм}^2$$

$$\tau_Z = \frac{Z_{10}}{F} = \frac{17790}{1520} = 12 \text{ Н/мм}^2$$

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата	

Сумарні напруження:

$$\tau_1 = \sqrt{(\tau_{M_{Z2}} + \tau_{M_Y})^2 + \tau_X^2 + \tau_Z^2} = \sqrt{(69+15)^2 + 75^2 + 12^2} = 113 \text{ н/мм}^2$$

$$\tau_2 = \sqrt{\tau_{M_Y}^2 + (\tau_{K_{P2}} + \tau_X)^2 + \tau_Z^2} = \sqrt{15^2 + (32+75)^2 + 12^2} = 109 \text{ н/мм}^2$$

$$\tau_3 = \sqrt{\tau_{M_Z}^2 + \tau_X^2 + (\tau_{K_{P3}} + \tau_Z)^2} = \sqrt{69^2 + 75^2 + (21+12)^2} = 107 \text{ н/мм}^2$$

#### 4.2 Розрахунок кронштейну кріплення гідро циліндру піднімання Рами

Матеріал – Сталь 09Г2С:  $\sigma_T = 440 \text{ н/мм}^2$ , Зварні шви виконані проволокою Св-08Г2С  $[\tau] = 200 \text{ н/мм}^2$ . Розрахунковим для кронштейна є 9-й випадок навантаження, коли в точці 22 діють сили.  $X_{22} = 39821 \text{ н}$ ,  $Z_{22} = -14186 \text{ н}$ .

Перевіримо міцність кронштейна в перерізі А-А (рис.3.2).

Проекції зусиль  $X_{22}$  та  $Z_{22}$  на площину перерізу А-А дорівнюють:

$$X'_{22} = X_{22} \cdot \cos 21^\circ + Z_{22} \cdot \sin 21^\circ = 39821 \cdot 0,93358 - 14186 \cdot 0,35837 = -27514 \text{ н}$$

Геометричні характеристики перерізу А-А:

$$F = 1852 \text{ мм}^2$$

$$I_y = 194,53 \cdot 10 \text{ мм}^4$$

$$W_{y\min} = 45,57 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

В перерізі А-А діє згинаючий момент:

$$M_y = X'_{22} \cdot 42 - Z'_{22} \cdot 7,8 = 32092 \cdot 42 + 27514 \cdot 7,8 = 1562470 \text{ н} \cdot \text{мм} \\ = 1562,47 \text{ н} \cdot \text{м}$$

Напруження в перерізі А-А:

$$\sigma = \frac{M_y}{W_{y\min}} - \frac{Z'_{22}}{F} = \frac{1562470}{39,86 \cdot 10^3} + \frac{27514}{1852} = 54 \text{ н/мм}^2$$

Запас міцності в перерізі А-А:

$$n = \sigma_T / \sigma = 345/54 = 6,4$$

Перевіримо міцність зварного шва кронштейна в перерізі Б-Б:

Геометричні характеристики перерізу Б-Б:

$$F = 1499 \text{ мм}^2$$

$$I_y = 248,86 \cdot 10 \text{ мм}^4$$

$$W_y = 45,9 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

В перерізі діє згинаючий момент:

$$M_y = X_{22} \cdot 48 - Z'_{22} \cdot 15 = 32092 \cdot 48 + 27514 \cdot 15 = 1953130 \text{ н} \cdot \text{мм} \\ = 1953,13 \text{ н} \cdot \text{м}$$

Зам. інв. №						
	Підпис і дата					
Інв. № ор.						
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата
						Арк.



Напруження в перерізі Б-Б:

$$\tau_{MY} = \frac{M_Y}{W_Y} = \frac{1953130}{45,9 \cdot 10^3} = 43 \text{ Н/мм}^2$$

$$\tau_X = \frac{X'_{22}}{F} = \frac{27514}{1499} = 21 \text{ Н/мм}^2$$

$$\tau_Z = -\frac{Z'_{22}}{F} = -\frac{27514}{1499} = 18 \text{ Н/мм}^2$$

Сумарне напруження:

$$\tau_Z = \sqrt{(\tau_{MY} + \tau_Z)^2 + \tau_X^2} = \sqrt{(43+18)^2 + 21^2} = 65 \text{ Н/мм}^2$$

#### 4.3 Розрахунок опорного ролика

При повністю завантаженому барабані на один ролик діє зусилля (рис.3.3):

$$Y_{27} = 3360 \text{ Н}, Z_{27} = -4004 \text{ Н}$$

$$R_{27} = \sqrt{3360^2 + 4004^2} = 5230 \text{ Н}$$

Визначимо питомий тиск на поверхні контакту ролика з ободом барабана:

$$q_{\max} = 0,418 \cdot \sqrt{\frac{R_{27} \cdot E}{l} \cdot \frac{R_P + R_0}{R_P \cdot R_0}} = 0,418 \cdot \sqrt{\frac{5230 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot (70 + 410)}{40 \cdot 70 \cdot 410}} = 283 \text{ Н/мм}^2$$

де  $R_P = 70 \text{ мм}$ ,  $R_0 = 410 \text{ мм}$  – радіуси ролика та обода барабана,  $l$  – ширина обода.

Матеріал ролика – Сталь 20,  $\sigma_T = 245 \text{ Н/мм}^2$ ,

Матеріал обода – Сталь 09Г2С,  $\sigma_T = 305 \text{ Н/мм}^2$ .

Кожен ролик встановлюємо на двох шарикопідшипниках 306.

Динамічна вантажопідйомність  $C=22000 \text{ Н}$ .

Приймаємо, що середня частота обертання барабана складає

$n_{\sigma}=15 \text{ хв}^{-1}$ . Тоді розрахункова частота обертання ролика дорівнює:

$$n_P = n_{\sigma} \cdot \frac{R_0}{R_P} = \frac{15 \cdot 410}{70} = 88 \text{ хв}^{-1}.$$

Приведене навантаження на один підшипник дорівнює:

$$Q = 0,5 \cdot R_{27} \cdot K_K \cdot K_T \cdot K_{\sigma} = 0,5 \cdot 5230 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,5 = 4710 \text{ Н}$$

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№ док	

де  $K_K = 1,2$ - коефіцієнт обертання;

$K_T = 1$  – температурний коефіцієнт;

$K_\delta = 1,5$  – коефіцієнт безпеки.

Тоді довговічність підшипника дорівнює:

$$L = \left(\frac{C}{Q}\right)^3 = \left(\frac{22000}{4710}\right)^3 = 102 \cdot 10^6 \text{ обертів}$$

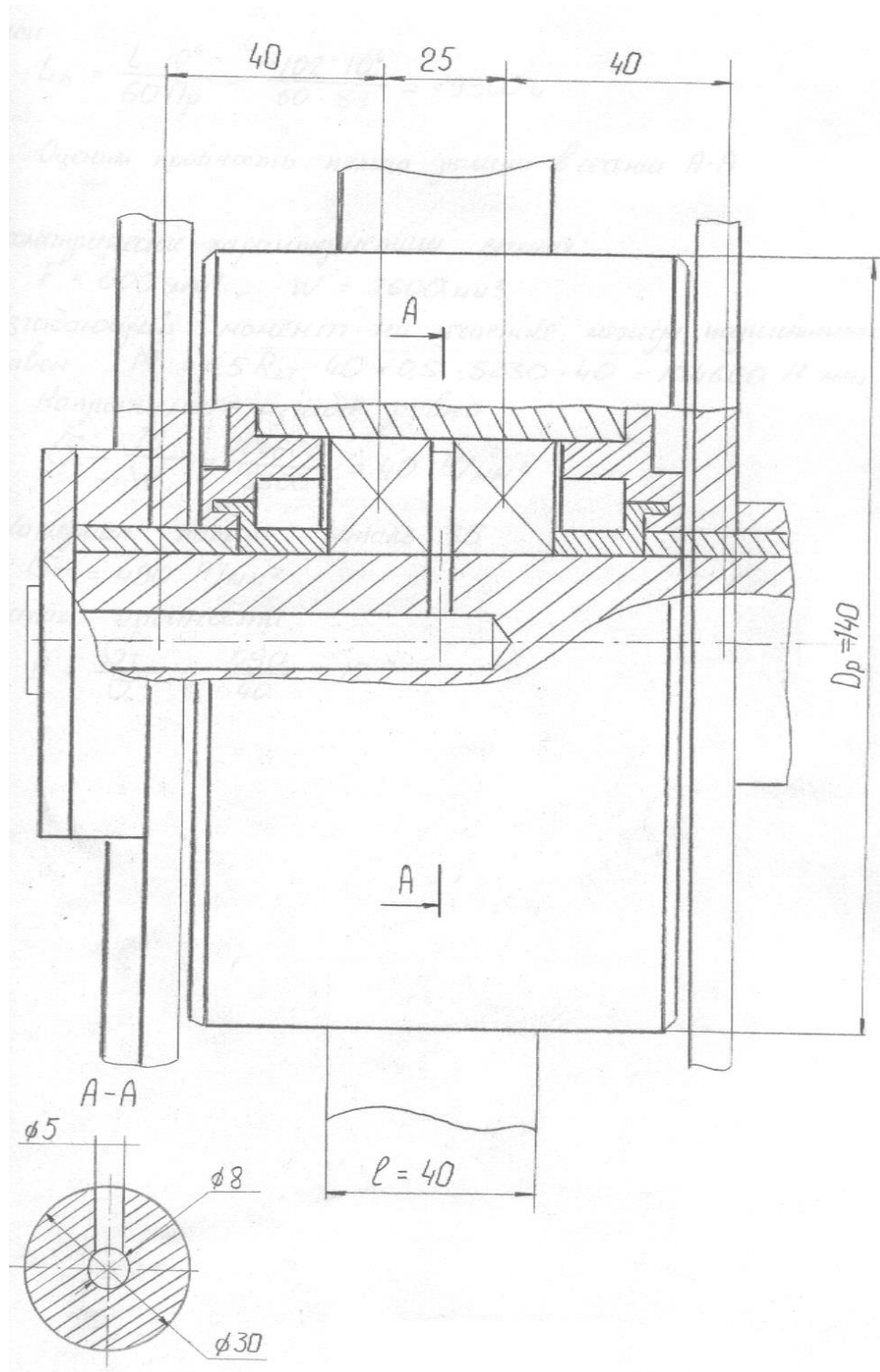


Рис. 4.3 Схема до розрахунку опорного ролика

Зам.інв.№

Підпис і дата

Інв.№ ор.

Зм. Кільк. Арк. № док. Підп. Дата

Арк.

$$\text{Або } L_h = \frac{L \cdot 10^6}{60 \cdot \Pi_p} = \frac{102 \cdot 10^6}{60 \cdot 88} = 19300 \text{ год}$$

Перевіримо міцність пальця ролика в перерізі А-А.

Геометричні характеристики перерізу А-А:

$$F = 600 \text{ мм}^2$$

$$W = 2600 \text{ мм}^3$$

Згинаючий момент на проміжку між підшипниками дорівнює:

$$M = 0,5 \cdot R_{27} \cdot 40 = 0,5 \cdot 5230 \cdot 40 = 104600 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 104,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Напруження згину дорівнює:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{104600}{2600} = 40 \text{ Н/мм}^2$$

Матеріал пальця – Сталь 35:  $\sigma_T = 490 \text{ Н/мм}^2$ ,

Запас міцності в перерізі А-А:

$$n = \sigma_T / \sigma = 490/40 = 12,2$$

#### 4.4 Палець кріплення стріли і рами

Кожен з двох пальців є одночасно опорою і стріли і рами і представляється як нерозрізна трьохопорна балка, навантажена в прогонах згрупованими силами в точках 4 і 20 (рис. 3.4).

Мінімальні навантаження діють на палець в 9-му розрахунковому випадку.

$$X_4 = -154360 \text{ Н}; \quad Z_4 = -2490 \text{ Н}$$

$$X_{20} = 158208 \text{ Н}; \quad Z_{20} = -19950 \text{ Н}$$

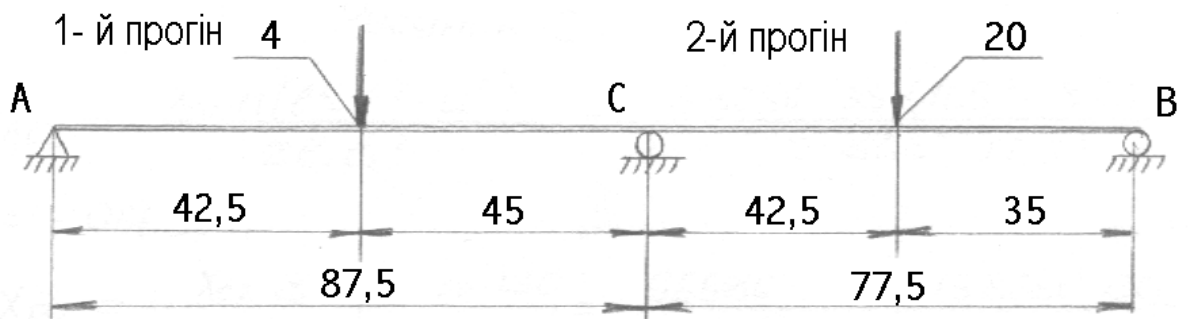


Рис. 4.4

Визначимо навантаження на опори пальця.

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№ док	

Розглянемо навантаження пальця в горизонтальній площині.  
 Навантаження 1-го прогону (рис.3.5).

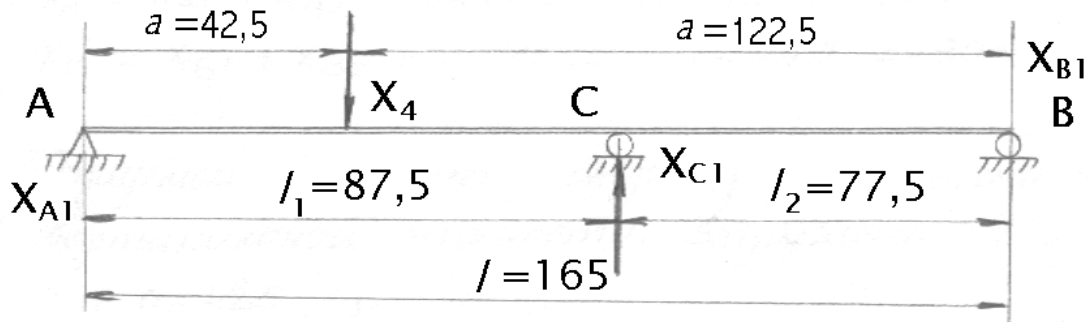


Рис. 4.5

$$X_{C1} = - \frac{X_4 \cdot a \cdot (l^2 - l_2^2 - a^2)}{2 \cdot l_2 \cdot l_1^2} = \frac{154380 \cdot 42,5 \cdot (165^2 - 77,5^2 - 42,5^2)}{2 \cdot 77,5 \cdot 87,5^2} = 107330 \text{ Н}$$

$$X_{B1} = - \frac{X_4 \cdot 42,5 + X_{C1} \cdot 87,5}{165} = \frac{154380 \cdot 42,5 - 107330 \cdot 87,5}{165} = -17160 \text{ Н}$$

$$X_{A1} = - \frac{X_{C1} \cdot 77,5 + X_4 \cdot 122,5}{165} = \frac{107330 \cdot 77,5 - 154380 \cdot 122,5}{165} = 64200 \text{ Н}$$

Завантаження другого прогону (рис.3.6).

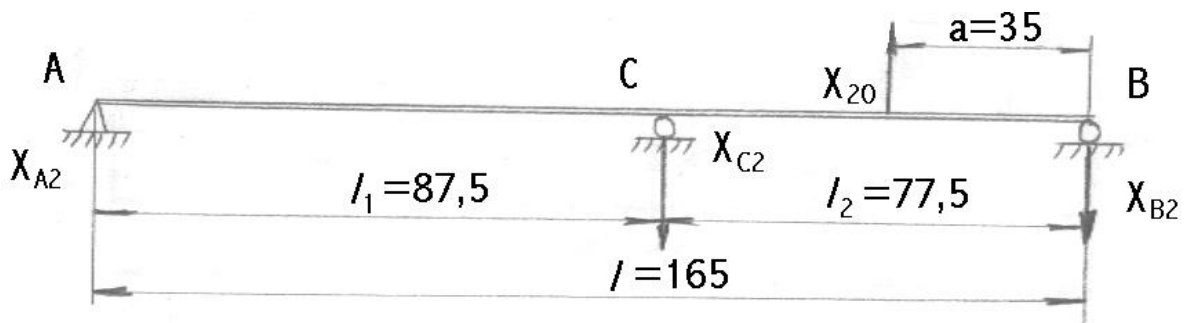


Рис. 4.6

$$X_{C2} = - \frac{X_{20} \cdot a \cdot (l^2 - l_1^2 - a^2)}{2 \cdot l_1 \cdot l_2^2} = \frac{158280 \cdot 35 \cdot (165^2 - 87,5^2 - 35^2)}{2 \cdot 87,5 \cdot 77,5^2} = -96680 \text{ Н}$$

$$X_{B2} = - \frac{X_{C2} \cdot 87,5 + X_{20} \cdot 130}{165} = \frac{96680 \cdot 87,5 - 158280 \cdot 130}{165} = -73440 \text{ Н}$$

$$X_{A2} = - \frac{X_{20} \cdot 35 + X_{C2} \cdot 77,5}{165} = \frac{158208 \cdot 35 - 96680 \cdot 77,5}{165} = 11840 \text{ Н}$$

Сумарні навантаження на опори в горизонтальній площині дорівнюють:

$$X_C = X_{C1} + X_{C2} = 107330 - 96680 = 10650 \text{ Н}$$

$$X_A = X_{A1} + X_{A2} = 64200 + 11840 = 76040 \text{ Н}$$

Зам.інв.№	
Підпис і дата	
Інв.№ ор.	

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата	Арк.

$$X_B = X_{B1} + X_{B2} = -17150 - 73440 = -90590 \text{ Н}$$

Визначимо реакцію опор при завантаженні пальця у вертикальній площині. Завантаження 1-го прогону.

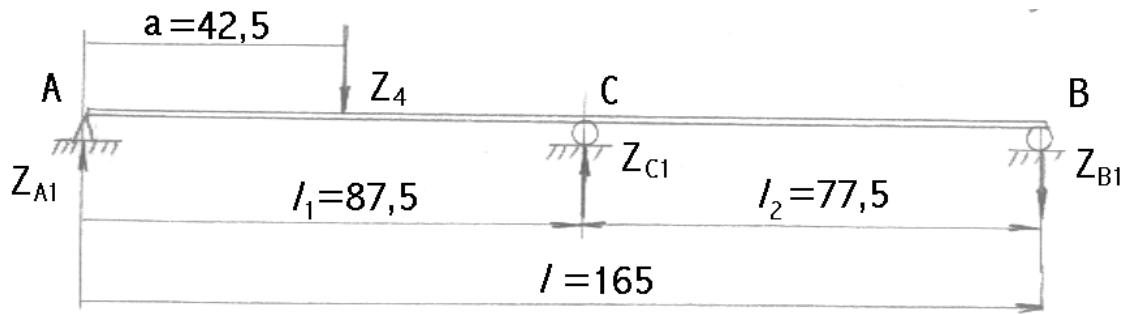


Рис. 4.7

$$Z_{C1} = -\frac{Z_4 \cdot a \cdot (l^2 - l_2^2 - a^2)}{2 \cdot l_2 \cdot l_1^2} = \frac{2490 \cdot 42,5 \cdot (165^2 - 77,5^2 - 42,5^2)}{2 \cdot 77,5 \cdot 87,5^2} = 1730 \text{ Н}$$

$$Z_{A1} = -\frac{Z_4 \cdot 122,5 + Z_{C1} \cdot 77,5}{165} = \frac{2490 \cdot 42,5 - 1730 \cdot 87,5}{165} = -280 \text{ Н}$$

Завантаження другого прогону (рис. 4.8):

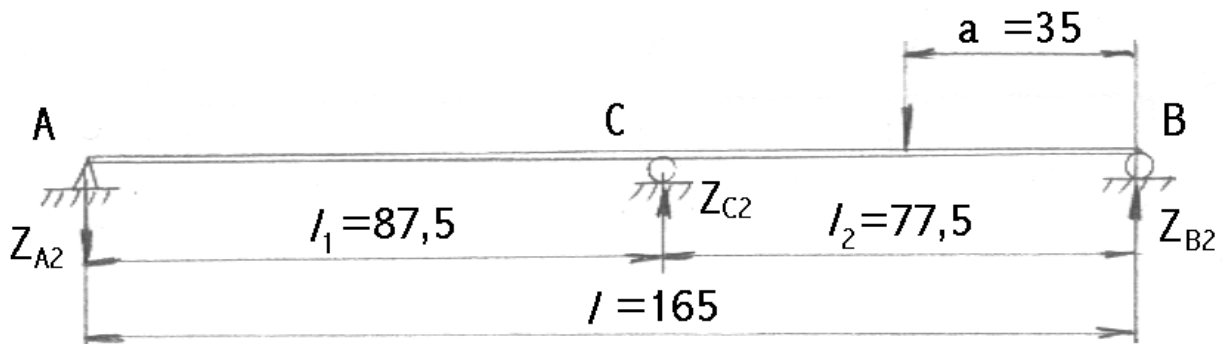


Рис. 4.8

$$Z_{C2} = -\frac{Z_{20} \cdot a \cdot (l^2 - l_1^2 - a^2)}{2 \cdot l_2 \cdot l_1^2} = \frac{19950 \cdot 35 \cdot (165^2 - 87,5^2 - 35^2)}{2 \cdot 77,5 \cdot 87,5^2} = 10790 \text{ Н}$$

$$Z_{A2} = -\frac{Z_{20} \cdot 35 + Z_{C2} \cdot 77,5}{165} = \frac{19950 \cdot 35 - 10790 \cdot 77,5}{165} = -840 \text{ Н}$$

$$Z_{B2} = -\frac{Z_{20} \cdot 130 + Z_{C2} \cdot 87,5}{165} = \frac{19950 \cdot 130 - 10790 \cdot 87,5}{165} = 10000 \text{ Н}$$

Сумарні навантаження на опори в вертикальній площині дорівнюють:

$$Z_C = Z_{C1} + Z_{C2} = 1730 + 10790 = 12520 \text{ Н}$$

$$Z_A = Z_{A1} + Z_{A2} = 1030 - 840 = 190 \text{ Н}$$

$$Z_B = Z_{B1} + Z_{B2} = -280 + 10000 = 9720 \text{ Н}$$

Епюри згинаючих моментів в пальці побудовані на рис.4.9

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№ док	

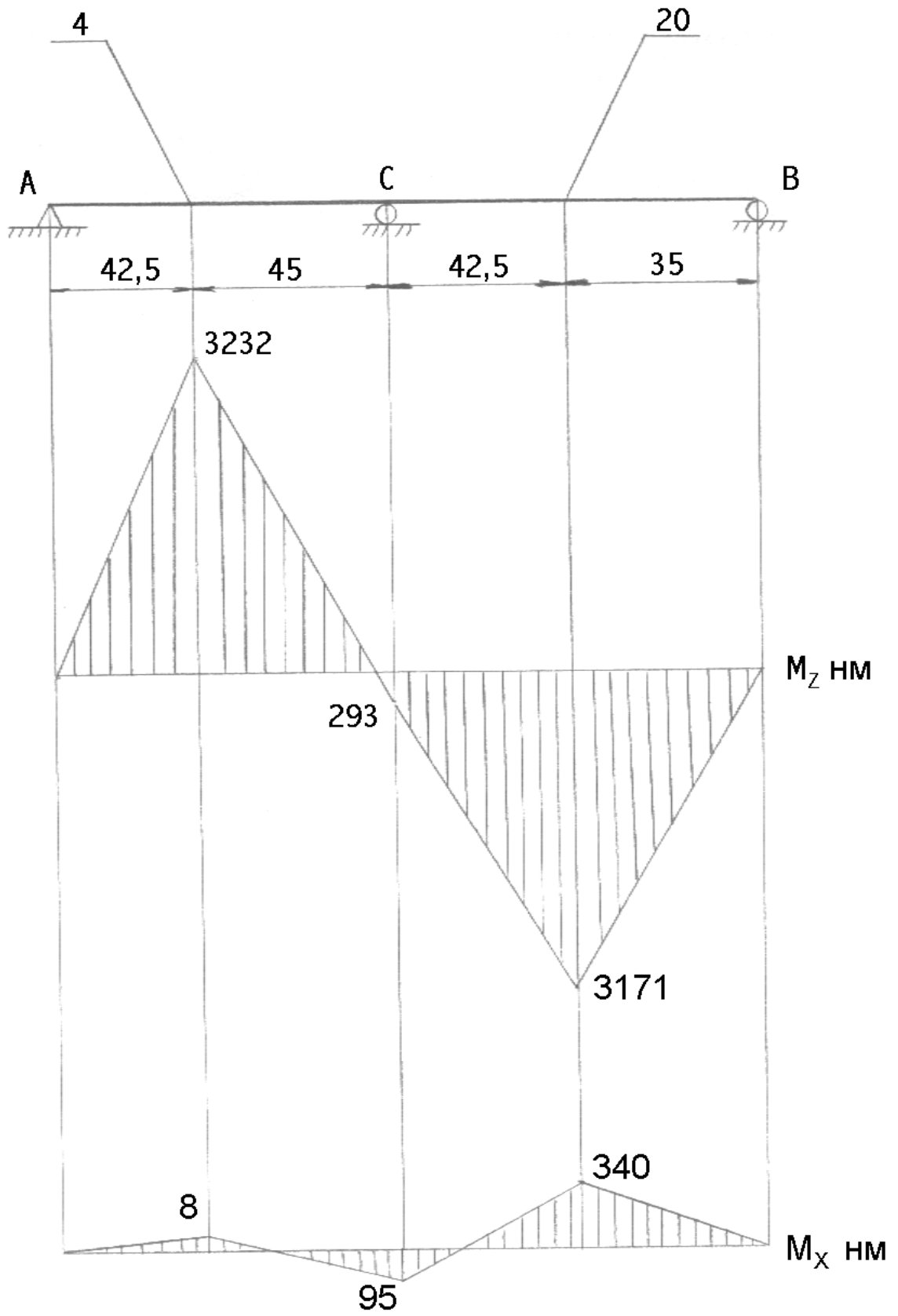


Рис. 4.9

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата

Арк.

Максимальний згинаючий момент в точці 4 дорівнює:

$$M_{\max} = \sqrt{M_Z^2 + M_X^2} = \sqrt{3232^2 + 8^2} \approx 3232 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Геометричні характеристики перерізу пальця:

$$d = 36 \cdot 10^{-3} \text{ м}; \quad F = 1,02 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2; \quad W = 4,580 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

Максимальне напруження згину в пальці дорівнює:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{3232}{4,58 \cdot 10^{-6}} = 7,06 \cdot 10^8 \text{ Н}\cdot\text{м}^2$$

Матеріал пальця – Сталь 40Х, 40...45 НРС,  $\sigma_T = 1,0 \cdot 10^9 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .

Запас міцності пальця по межі текучості:

$$n = \sigma_T / \sigma = 1,0 \cdot 10^9 / 7,06 \cdot 10^8 = 1,42$$

#### 4.5 Кронштейн кріплення стріли і рами

Матеріал – Сталь 09Г2С,  $\sigma_T = 3,45 \cdot 10^8 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .

На кронштейн в опорі В діють зусилля:

$$X_B = -90590 \text{ Н}, \quad Z_B = 9720 \text{ Н}$$

Геометричні характеристики перерізу А-А (рис.3.10):

$$F = 1424 \text{ мм}^2$$

$$I_y = 162,3 \cdot 10 \text{ мм}^4$$

$$W_y = 29,5 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

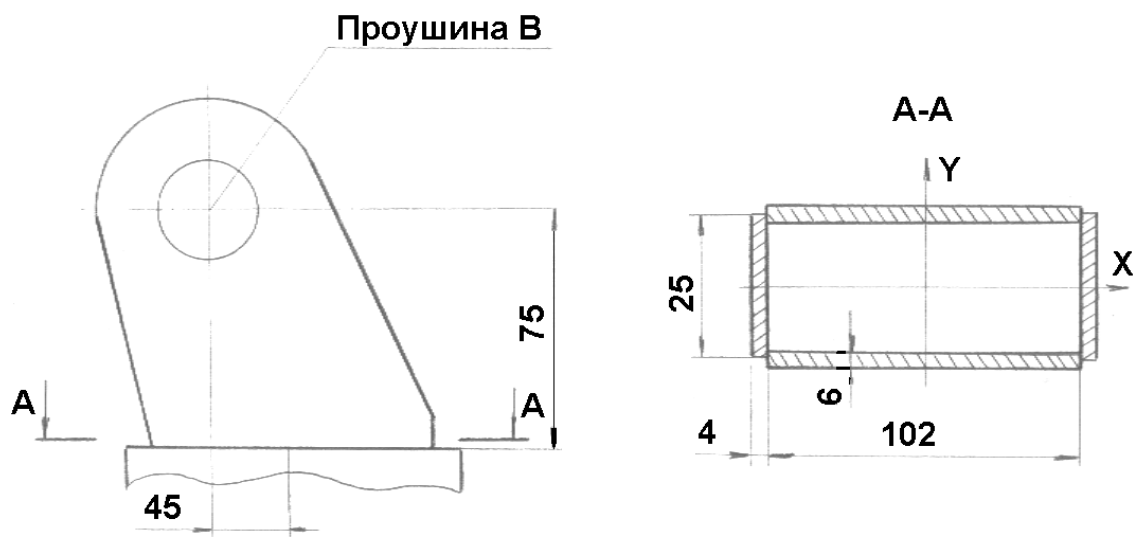


Рис. 4.10

Згинаючий момент в перерізі А-А:

$$M_Y = Z_B \cdot 45 - X_B \cdot 75 = 9720 \cdot 45 + 90590 \cdot 75 = 7231,65 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№ док	

Напруження в перерізі А-А:

$$\sigma = \frac{M_Y}{W_Y} + \frac{Z_B}{F} = \frac{7231650}{29,5 \cdot 10^3} + \frac{9720}{1424} = 252 \text{ н/мм}^2 = 2,52 \cdot 10^8 \text{ н/мм}^2$$

Коефіцієнт запасу по межі текучості:

$$n = \sigma_T / \sigma = 3,45 \cdot 10^8 / 2,52 \cdot 10^8 = 1,37$$

Питомий тиск у втулці:

$$q = \frac{\sqrt{X_B^2 + Z_B^2}}{B \cdot d} = \frac{\sqrt{90590^2 + 9720^2}}{45 \cdot 36} = 56 \cdot 10^6 \text{ н} \cdot \text{м}$$

де B = 45мм – ширина втулки,

d = 36мм – внутрішній діаметр втулки.

#### 4.6 Кронштейн кріплення гідроциліндра рами

Матеріал – Сталь 09Г2С,  $\sigma_T = 3,45 \cdot 10^8 \text{ н} \cdot \text{м}$ .

Зварні шви виконані проволокою Св – 08Г2С,  $[\tau] = 200 \text{ н/мм}^2$ .

Сили, які діють на кронштейн:

$X_{24} = -38881 \text{ н}$ ,  $Z_{24} = 16590 \text{ н}$ .

Перевіримо міцність кронштейна в перерізі А-А:

Геометричні характеристики перерізу А-А (рис.4.11):

$$F = 1792 \text{ мм}^2 \quad I_y = 179,66 \cdot 10 \text{ мм}^4 \quad W_y = 37,1 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

Згинаючий момент в перерізі:

$$M_Y = X_{24} \cdot 5,6 + Z_{24} \cdot 50 = -38881 \cdot 5,6 + 16590 \cdot 50 = 611,77 \text{ н} \cdot \text{м}$$

Напруження в точці 1 перерізу А-А:

$$\sigma = \frac{M_Y}{W_{Y1}} - \frac{X_{24}}{F} = \frac{611770}{37,1 \cdot 10^3} + \frac{388810}{1792} = 38 \text{ н/мм}^2 = 3,7 \cdot 10^7 \text{ н/мм}^2$$

Запас міцності кронштейна в перерізі А-А:

$$n = \sigma_T / \sigma = 3,45 \cdot 10^8 / 3,7 \cdot 10^7 = 9,1$$

Перевіримо міцність зварного шва в перерізі Б-Б:

Геометричні характеристики перерізу Б-Б (рис.4.11):

$$F = 1498 \text{ мм}^2 \quad I_y = 248,85 \cdot 10 \text{ мм}^4 \quad W_y = 45,9 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				

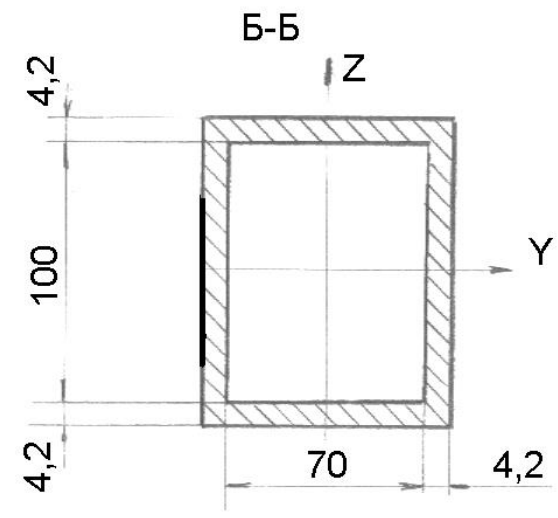
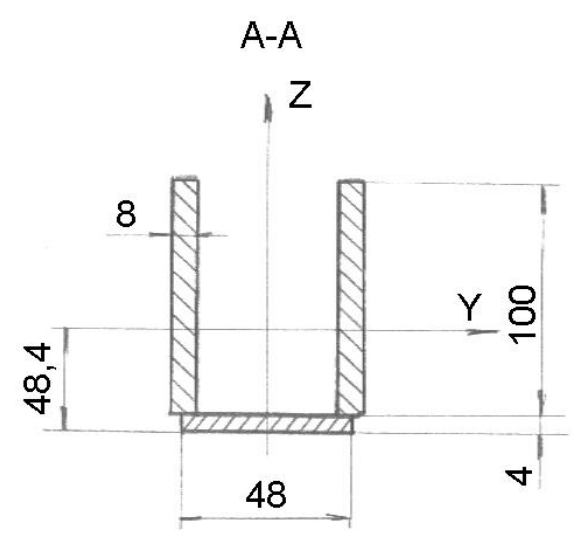
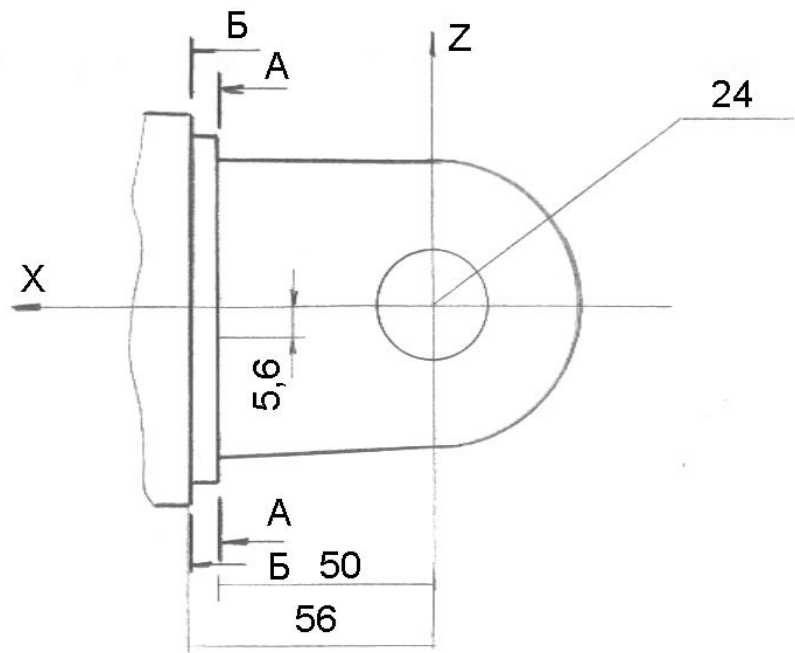


Рис. 4.11

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата

Арк.

Згинаючий момент в перерізі дорівнює:

$$M_Y = Z_{24} \cdot 56 = 16590 \cdot 56 = 929,04 \text{ н} \cdot \text{м}$$

Напруження в перерізі дорівнює:

$$\tau_1 = \frac{M_Y}{W_Y} = \frac{929040}{45,9 \cdot 10^3} = 20 \text{ н/мм}^2$$

$$\tau_2 = \frac{Z_{24}}{F} = \frac{16590}{1498} = 11 \text{ н/мм}^2$$

$$\tau_3 = -\frac{X_{24}}{F} = -\frac{38881}{1498} = 26 \text{ н/мм}^2$$

$$\tau_{\Sigma} = \sqrt{(\tau_1 + \tau_3)^2 + \tau_2^2} = \sqrt{(20 + 26)^2 + 11^2} = 47 \text{ н/мм} = 4,7 \cdot 10^4 \text{ н/м}$$

#### 4.7 Розрахунок осі сателіта

Розрахунок виконуємо тільки на згин

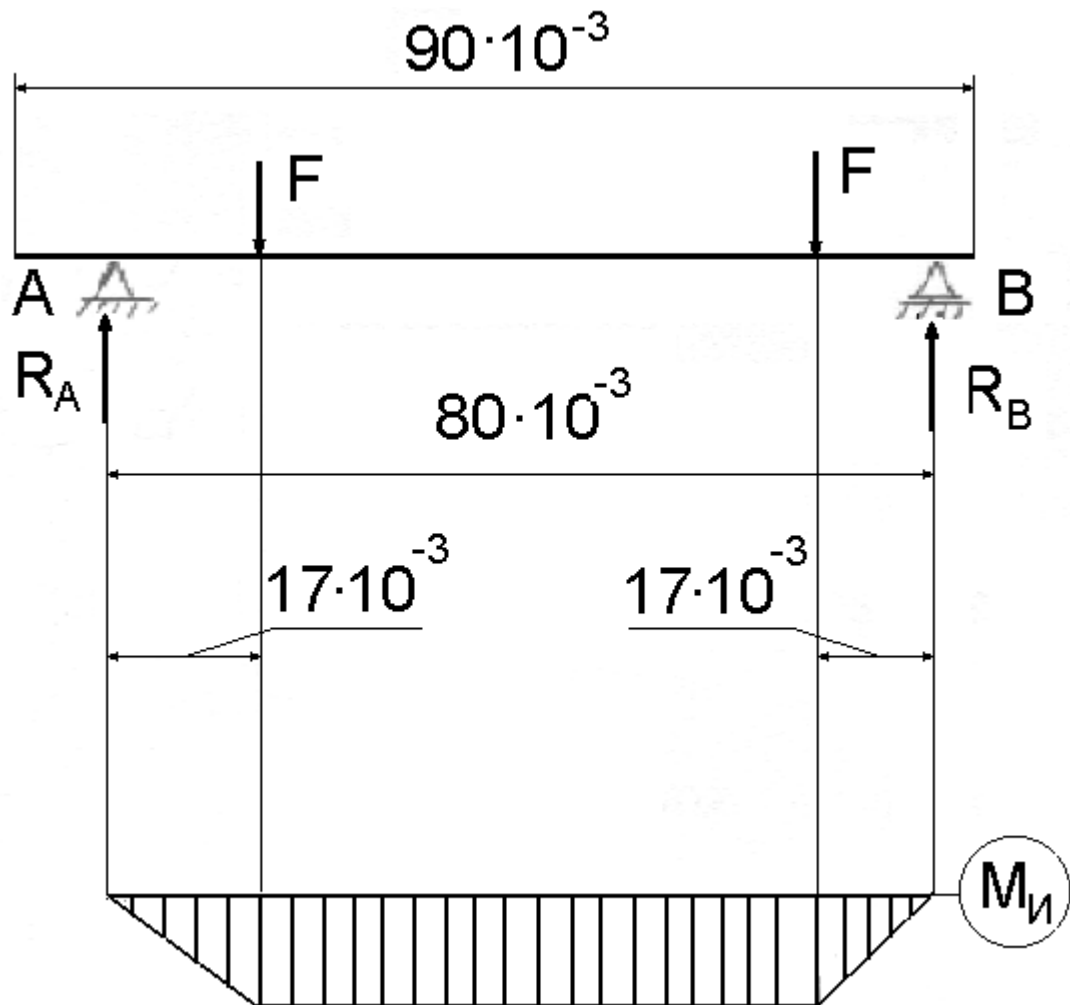


Рис. 4.12

Інв. № ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №					Арк.	
			Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата

Зусилля , які діють в зачепленні зубчатої передачі: сателіта.

Колове:

$$P_1 = \frac{2 \cdot M_{KP11}}{d_{g1} \cdot n_w} = \frac{2 \cdot M_{11}}{z \cdot m_1 \cdot n_w} = \frac{2 \cdot M_1}{18 \cdot 2,5 \cdot 10^3 \cdot 3} = 14,815 \cdot M_1 \text{ Н}$$

$$P_2 = \frac{2 \cdot M_{51}}{d_{g3} \cdot n_w} = \frac{2 \cdot M_{51}}{z_3 \cdot m_3 \cdot n_w} = \frac{2 \cdot 42,97 \cdot M_1}{34 \cdot 2,5 \cdot 10^3 \cdot 3} = 337,02 \cdot M_1 \text{ Н}$$

Радіальне:

$$Q_1 = P_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha_y = P_1 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 5,4 \cdot M_1$$

$$Q_2 = P_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_y = P_2 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 122,67 \cdot M_1$$

Результуючі сили:

$$P_1 = \sqrt{P_1^2 + Q_1^2} = \sqrt{(14,815 \cdot M_1)^2 + (5,4 \cdot M_1)^2} = 15,76 \cdot M_1$$

$$P_2 = \sqrt{P_2^2 + Q_2^2} = \sqrt{(337,02 \cdot M_1)^2 + (122,67 \cdot M_1)^2} = 358,65 \cdot M_1$$

$$F = \frac{P_1 + P_2}{2} = \frac{15,76 \cdot M_1 + 358,65 \cdot M_1}{2} = 187,2 \cdot M_1 \text{ Н}$$

Реакції в опорах:

$$R_A = R_B = \frac{F \cdot 17 \cdot 10^{-3} + F(80 - 17) \cdot 10^{-3}}{80 \cdot 10^{-3}} = 4930,8 \text{ Н}$$

$$M_{И1-1} = R_A \cdot 17 \cdot 10^{-3} = 83,82 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{M_{И1-1}}{0,1 \cdot [\sigma_{ИЗ}]}}; \quad \sigma_{ИЗ} = 1,15 \cdot 10^8 \text{ Н/м}^2 \text{ (Сталь 45 – покращення)}.$$

При запасі міцності  $n = 1,3$ :  $d = 27 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ .

Приймаємо найближче більше значення по внутрішньому діаметру підшипника :  $d = 30 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ .

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				

4.8 Розрахунок валу.

Розрахункова схема показана на рис.4.13

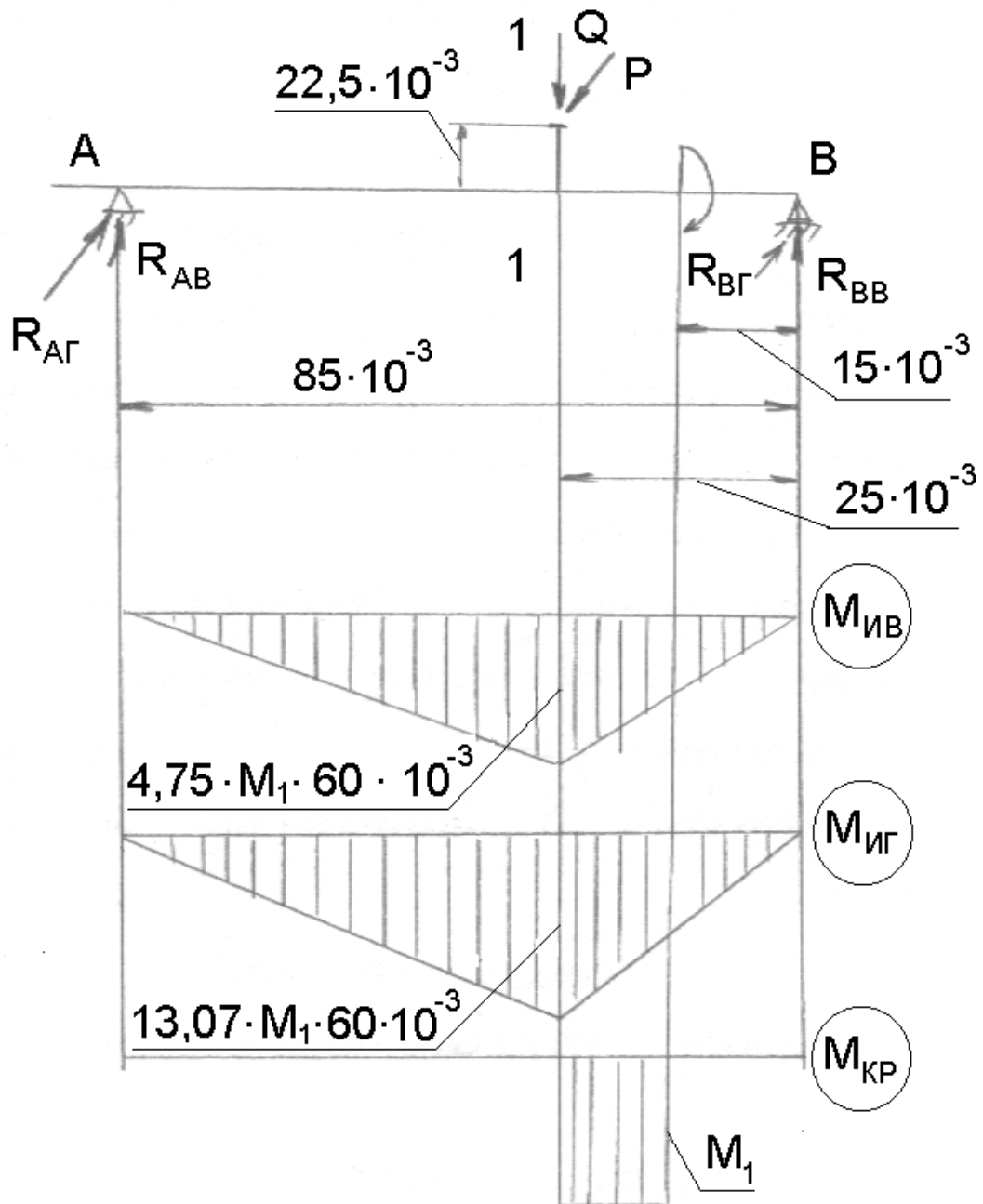


Рис. 4.13

$$R_{AG} = \frac{P \cdot 25 \cdot 10^{-3}}{85 \cdot 10^{-3}} = 334 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$R_{AB} = \frac{Q \cdot 25 \cdot 10^{-3}}{85 \cdot 10^{-3}} = 125,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$R_{BG} = P - R_{AG} = 826,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$R_{BB} = Q - R_{AB} = 826,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Інв.№ ор.	Підпис і дата					Зам.інв.№
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата	Арк.

$$M_{И1-1} = \sqrt{M_{ИГ}^2 + M_{ИВ}^2} = \sqrt{(0,275 \cdot M_1)^2 + (0,82 \cdot M_1)^2} = 22,9 \text{ н} \cdot \text{м}$$

$$\sigma_{И} = \frac{\sqrt{M_{И}^2 + 0,45 \cdot M_{КР}^2}}{W} = \frac{\sqrt{(0,87 \cdot M_1)^2 + 0,45 \cdot M_1^2}}{\frac{\pi \cdot d^3}{32} \cdot \left[1 - \frac{d_0^4}{d^4}\right]}$$

де W – момент опору в небезпечному перерізі порожнистої труби:

$$d = 40 \cdot 10^{-3} \text{ м}, d_0 = 26 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

$$\sigma_{И} = 73,5 \cdot 10^6 \text{ Па} < [\sigma_{И}] = 85 \cdot 10^6 \text{ Па} \text{ для Сталь 40Х}$$

#### 4.9. Вибір підшипників

При виборі типу і розмірів шарико- та роликот підшипників враховують наступні фактори:

- навантаження (радіальне, осьове);
- характер навантаження (постійний, ударний);
- число обертів кільця, що обертається;
- необхідна довговічність (строк служби);
- навколишнє середовище (температуру, вологість);
- особливі вимоги.

Для сателіта:

Розрахуємо еквівалентне динамічне навантаження.

$$P = X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a = 4930 \text{ н}$$

Де V = 1 – коефіцієнт обертання,

X = 1 – коефіцієнт радіального навантаження,

Y = 0 – коефіцієнт осьового навантаження,

F<sub>a</sub> = 0 – осьове навантаження,

F<sub>r</sub> = R<sub>a</sub> = R<sub>B</sub> = 187,2 · M<sub>1</sub> = 4930 н радіальне навантаження.

Вибираємо роликот підшипник радіальний № 42306 :

$$C = 30200 \text{ н}, C_0 = 20600 \text{ н}.$$

Перевіряємо довговічність підшипника в годинах:

Інв. № ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №					Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата		

$$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{P}\right)^p = \frac{10^6}{60 \cdot 300} \cdot \left(\frac{3020}{493}\right)^{10/3} = 23352 \text{ год,}$$

Де  $n = 300 \text{ об/хв.}$ ,  $P = 4930 \text{ н,}$

$P = 10/3$  – степеневий показник.

Для подібного обладнання рекомендується  $[L_h] \approx 12000$  год (робота в одну зміну).

Для вала сонячної шестерні:

$$P = X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a = 880 \text{ н}$$

Де  $V = 1$  – коефіцієнт обертання,

$X = 1$  – коефіцієнт радіального навантаження,

$Y = 0$  – коефіцієнт осьового навантаження,

$F_a = 0$  – осьове навантаження,

$$P = F_r = R_B = \sqrt{R_{BG}^2 + R_{BB}^2} = 33,38 \cdot M_1 = 880 \text{ н}$$

Вибираємо шариковий радіальний однорядний підшипник № 1000908

ГОСТ 833А – 75 середньої серії:

$C = 9540 \text{ н,}$   $C_0 = 7060 \text{ н,}$   $n = 6300 \text{ об/хв.}$

Перевіряємо довговічність:

$$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{P}\right)^p = \frac{10^6}{60 \cdot 1200} \cdot \left(\frac{954}{88}\right)^3 = 17695 > 12000 \text{ год}$$

Для водила (рис. 4.14):

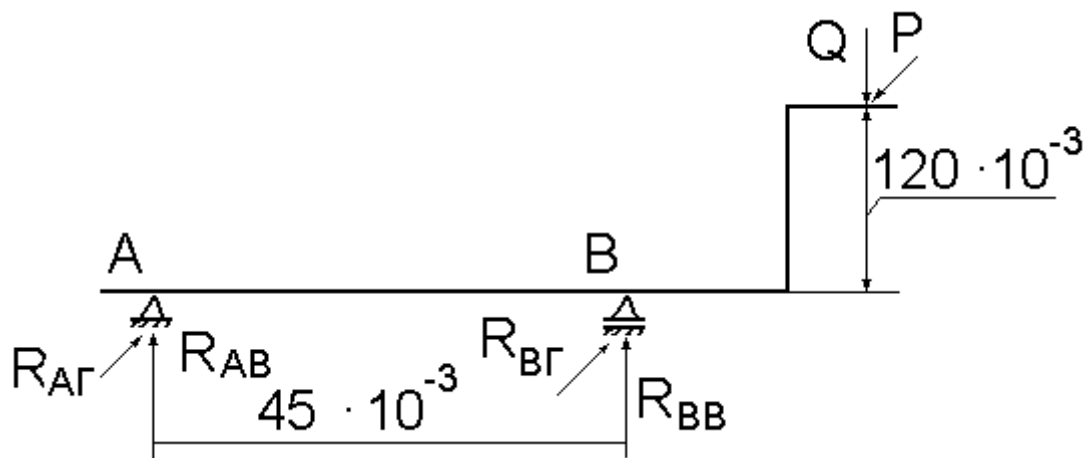


Рис. 4.14

Інв. № ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №					Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№ док	

$$R_{AG} = \frac{P \cdot 40 \cdot 10^{-3}}{45 \cdot 10^{-3}} = \frac{M_5 \cdot 40 \cdot 10^{-3}}{120 \cdot 10^{-3} \cdot 45 \cdot 10^{-3}} = 8384 \text{ Н}$$

$$R_{AB} = \frac{Q \cdot 40 \cdot 10^{-3}}{45 \cdot 10^{-3}} = 3051,5 \text{ Н}$$

$$R_{BG} = Q + R_{AG} = 17815 \text{ Н}$$

$$M_5 = 1131,84 \text{ Н} \cdot \text{м}, P = M_5 / (120 \cdot 10^{-3}) = 9431 \text{ Н}$$

$$R_{BB} = Q + R_{AB} = 6484 \text{ Н}$$

Результуючі сили:

$$R_A = \sqrt{R_{AG}^2 + R_{AB}^2} = 8921 \text{ Н}$$

$$R_B = \sqrt{R_{BG}^2 + R_{BB}^2} = 18958 \text{ Н}$$

$$P = X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a = 18958 \text{ Н}$$

Де  $V = 0$  – коефіцієнт обертання,

$X = 1$  – коефіцієнт радіального навантаження,

$Y = 1$  – коефіцієнт осьового навантаження,

**Вибираємо однорядний шариковий підшипник № 1000918**

$$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left( \frac{C}{P} \right)^p = 16085 > [L_h] = 12000 \text{ год}$$

#### 4.10 Розрахунок зубчатих передач

Визначимо частоти обертання ланок редуктора та крутячих моментів:

Для колеса 5:

$$n_5 = \frac{n_1}{u_p} = \frac{n_1}{50,55} = 0,0198 \cdot n_1$$

$$M_5 = M_1 \cdot u_p \cdot \eta_p = M_1 \cdot 50,55 \cdot 0,85 = 42,97 M_1$$

Для колеса 4:

$$n_4 = 0, M_4 = -M_5 \cdot \frac{z_4}{z_1 + z_4} \cdot \left( 1 + \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_5} \right) = -42,97 \cdot M_1 \cdot \frac{105}{18 + 105} \cdot \left( 1 + \frac{18 \cdot 34}{43 \cdot 96} \right) = -$$

$$42,12 \cdot M_1$$

Для водила:

Інв. № ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №							Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата				

$$n_B = \frac{1}{1 + \frac{z_4}{z_1}} \cdot n_1 = \frac{n_1}{1 + \frac{105}{18}} = 0,1463 \cdot n_1$$

Для колеса 2:

$$M_2 = \frac{M_4 \cdot z_2}{z_4 \cdot n_w} = \frac{42,97 \cdot M_1 \cdot 43}{105 \cdot 3} = -5,75 \cdot M_1$$

Де  $n_w = 3$  – кількість сателітів

Для колеса 3:

$$M_3 = \frac{M_5 \cdot z_3}{z_5 \cdot n_w} = \frac{42,97 \cdot M_1 \cdot 34}{96 \cdot 3} = 5,07 \cdot M_1$$

Формули для вираховання циклів напружень для і-го режиму навантажень.

Для передачі  $z_1$ - $z_2$ :

$$N_{1i} = 60 \cdot (n_1 - n_B) \cdot n_w \cdot L_i = 60 \cdot (n_1 - 0,1463 \cdot n_1) \cdot 3 \cdot L_i = 153,67 \cdot n_1 \cdot L_i;$$

$$N_{2i} = \frac{N_{1i} \cdot z_1}{z_2 \cdot n_w} = \frac{153,67 \cdot n_i \cdot L_i \cdot 18}{43 \cdot 3} = 21,43 \cdot n_i \cdot L_i$$

Для передачі  $z_2$ - $z_4$ :

$$N_{4i} = 60 \cdot (n_4 - n_B) \cdot n_w \cdot L_i = 60 \cdot (n_1 - 0,1463 \cdot n_1) \cdot 3 \cdot L_i = -26,33 \cdot n_1 \cdot L_i;$$

Для передачі  $z_3$  –  $z_5$ :

$$N_{5i} = 60 \cdot (n_5 - n_B) \cdot n_w \cdot L_i = 60 \cdot (0,01198 \cdot n_1 - 0,1463 \cdot n_1) \cdot 3 \cdot L_i = -22,77 \cdot n_1 \cdot L_i;$$

$$N_{3i} = \frac{N_{5i} \cdot z_5}{z_3 \cdot n_w} = \frac{-22,77 \cdot n_i \cdot L_i \cdot 96}{34 \cdot 3} = -21,43 \cdot n_i \cdot L_i$$

Із приведених вище співвідношень видно, що передача  $z_1 - z_2$  навантажена значно менше, ніж передачі  $z_2 - z_4$  та  $z_3 - z_5$ .

Порівняння параметрів зубчатих коліс (див. табл. ) показало, що передачі  $z_2 - z_4$  та  $z_3 - z_5$  приблизно однаково міцні.

Тому в таблиці приводиться розрахунок міцності тільки зубчатої передачі  $z_2 - z_4$ . Розрахунок на міцність зубчатих передач виконується у відповідності з ГОСТ 21354 – 87 і включає:

розрахунок на міцність активних поверхонь зубів,  
розрахунок на міцність зубів при згині.

В залежності від призначення та характеру роботи передач кожен з цих

розрахунків складається із:

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата

Арк.

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№

розрахунку на витривалість,

розрахунку на міцність при дії максимального навантаження.

При розрахунку циліндричних зубчатих коліс прийняті приведені нижче позначення та розмірності:

$z$  – кількість зубів;

$m$  – нормальний модуль, мм;

$b$  – ширина вінця зубчатого колеса, мм;

$x$  – коефіцієнт зміщення;

$\beta$  – кут нахилу, град;

$T$  – крутячий момент на шестерні;

$n$  – частота обертання шестерні;

$L$  – термін роботи, год;

$\sigma_T$  – межа текучості матеріалу колеса,  $\text{н/м}^2$ ;

$\alpha_{tw}$  – кут зачеплення в град;

$a_w$  – між осьова відстань;

$d$  – ділильний діаметр;

$d_0$  – діаметр вершин зубів, мм;

$d_b$  – основний діаметр;

$p_x$  – осьовий крок, мм;

$b_\beta$  – основний кут нахилу;

$u$  – передаточне число;

$N_{Hlim}$  – кількість циклів навантаження, які відповідають перегину кривої втомлюваності при розрахунку на контактну витривалість;

$N_k$  – сумарна кількість циклів навантаження;

$\sigma_H$  – контактне напруження,  $\text{н/м}^2$ ;

$\sigma_{Hlim}$  – межа контактної витривалості;

$Z_H, Y_F$  – коефіцієнти довговічності;

$\sigma_{HP}$  – допустиме контактне напруження,  $\text{н/м}^2$ ;

$Y_{FS}$  – коефіцієнт, який враховує форму зуба та концентрацію напружень;

$Y_\beta$  – коефіцієнт, який враховує нахил зуба;

$\sigma_{Flim}$  – межа витривалості зубів при згині,  $\text{н/м}^2$ ;

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№ док	

$Y_x$  – коефіцієнт, який враховує розмір зубчатого колеса.

Розрахунок циліндричної зубчастої передачі  $z_2 - z_4$

Таблиця 4.1

Вихідні параметри

Позначення	Шестерня 2	Колесо 4
$z$	43	105
$m$	2,5	
$b$	30	25
$x$	0	
$\beta$	0	
$h_0^*$	1	
Ступінь точності по ГОСТ 1643-81	9-8-8 Bc	
Шорсткість поверхні ГОСТ 2789-73	$R_a$ 2,5	
$T_i$	196	
	167	
	83	
$n_i$	270	0
	90	0
	271	0
$L_i$	1000	
	1250	
	1000	
$T_{max}$	261	
$T^!$	196	196
$L^!$	350	350
Матеріал, сталь	40X	
Спосіб зміцнення	Покращення	
Твердість пов. зуба	30...35 НРС	
Твердість серцевини зуба	30...35 НРС	
$\sigma_T$	750	

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№

										Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата					

## Геометричні та кінематичні параметри

Формули та позначення	Шестерня 2	Колесо 4
$\alpha_t = \arctg \frac{tg 20^\circ}{\cos \beta}$	20	
$inv d_{tw} = inv d_t + \frac{2(X_r + X_n) \cdot tg 20^\circ}{z_k - z_n}$	0,0149 - $\frac{2 \cdot 0 \cdot tg 20^\circ}{105 - 43} = 0,0149$ , $d_{tw} = 20^\circ$	
$a_w = \frac{(z_k - z_r) \cdot m \cdot \cos d_t}{2 \cdot \cos \beta \cdot \cos d_{tw}}$	$\frac{(105 - 43) \cdot 2,5 \cdot \cos 20^\circ}{2 \cdot 1 \cdot \cos 20^\circ} = 77,5$	
$d = \frac{m \cdot z}{\cos \beta}$	107,5	262,5
$d_{wr} = d + 2 \cdot m \cdot (h_r + x) \cdot i \cdot d_r$	107,5 + 2 · 2,5 · 1 = 112,5	262,5 - 2 · 2,5 · (1 + 0 - 0,2) = 258,5
$d_b = d \cdot \cos \alpha_t$	101	246,7
$d_a = \arccos \frac{d_b}{d_0}$	26,1	17,4
$\varepsilon_\alpha = \varepsilon_{am} +$	0,86	0,85
$\varepsilon_{\alpha x} = \frac{z_m (tg d_{ar} - tg d_{tw})}{2 \cdot \pi} = \frac{z_k (tg \alpha_t - tg \alpha_a)}{2 \cdot \pi}$	0,86 + 0,85 = 1,71	
$p_x = \frac{\pi \cdot m}{\sin \beta}$	$\infty$	
$\varepsilon_\beta$	0	
$\varepsilon_\gamma = \varepsilon_\alpha + \varepsilon_\beta$	1,71	
$b_\beta = \arcsin(\sin \beta \cdot \cos 20^\circ)$	0	
$Z_v = \frac{z}{\cos^3 \beta}$	43	105
$V = \frac{\pi \cdot d_m \cdot n_m}{60000}$	$\frac{\pi \cdot 107,5 \cdot 271}{60000} = 1,5$	
$u = \frac{z_k}{z_u}$	$\frac{105}{43} = 2,44$	

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ор.

Зм. Кільк. Арк. № док. Підп. Дата

Арк.

Таблиця 4.3

## Визначення еквівалентних моментів

Формули та позначення	Шестерня 2	Колесо 4
$N_{Hlim}$	$23 \cdot 10^6$	$23 \cdot 10^6$
$N_{li}$	$21,43 \cdot 758 \cdot 10^3 = 15,2 \cdot 10^6$	$26,33 \cdot 758 \cdot 10^3 = 26 \cdot 10^6$
	$6,8 \cdot 10^6$	$8,3 \cdot 10^6$
	$16,2 \cdot 10^6$	$20 \cdot 10^6$
$N_K = \Sigma N_{li}$	$39,2 \cdot 10^6$	$48,3 \cdot 10^6$
$T_{HE} = \sqrt[3]{\sum^{N_{Hlim}} \left(\frac{T_i}{T_1}\right)^3 \cdot \frac{N_{li}}{N_K} + \sum^{N_K} \left(\frac{T_i}{T_1}\right)^{10} \cdot \frac{N_{li}}{N_K}}$	158	
$g_F$	6	6
$T_{HE} = \sqrt[3]{\sum^{N_K} \left(\frac{T_i}{T_1}\right)^{g_F} \cdot \frac{N_{li}}{N_K}}$	173	

Таблиця 4.4

## Розрахунок на контактну витривалість

Формули та позначення	Шестерня 2	Колесо 4
$Z_H = \frac{1}{\cos \alpha_t} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \cos \beta_b}{\operatorname{tg} \alpha_{tw}}}$	$\frac{1}{\cos 20^\circ} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1}{\operatorname{tg} 20^\circ}} = 2,49$	
$Z_B$	0,77	0,77
$F_{tH} = \frac{2000 \cdot T_{HE}}{d_{III}}$	$\frac{2000 \cdot 158}{107,5} = 2940$	
$\delta_H$	0,14	
$g_0$	5,6	
$w_{HV} = \delta_H \cdot g_0 \cdot v \cdot \sqrt{\frac{a_w}{u}}$	$0,14 \cdot 5,6 \cdot 1,5 \cdot \sqrt{\frac{77,5}{2,44}} = 6,63$	
$K_{HV} = 1 + \frac{w_{HV} \cdot \beta_{min}}{F_{tH}}$	$1 + \frac{6,63 \cdot 25}{2940} = 1,06$	
$K_{HB}$	1,02	

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ор.

Арк.

Зм. Кільк. Арк. № док. Підп. Дата

## Продовження табл.4.4

1	2	3
$K_{H\alpha} = K_{Hv} \cdot K_{HB} \cdot K_{H1}$	1	
$\sigma_H = 190 \cdot Z_H \cdot Z_\varepsilon \sqrt{\frac{F_{tH} \cdot (u-1) \cdot n_H}{b_{\min} \cdot d_{III} \cdot u}}$	$190 \cdot 2,49 \cdot 0,77 \cdot \sqrt{\frac{2340 \cdot 1,44 \cdot 1,08}{25 \cdot 107,5 \cdot 2,44}} = 304$	
$\sigma_{Hlim} = 2H_{HB} + 70$	$2 \cdot 285 + 70 = 640$	
$S_H$	1,1	
$Z_H = \sqrt{\frac{N_{Hlim}}{N_K}}$	$\sqrt{\frac{23}{39,2}} = 0,97$	$\sqrt{\frac{23}{48,3}} = 0,96$
$Z_R$	0,95	
$Z_V$	1	
Допустиме напруження: $\sigma_{HP} = \frac{\sigma_{Hlim} \cdot Z_H \cdot Z_R \cdot Z_V}{S_H}$	$\frac{540 \cdot 0,97 \cdot 0,95 \cdot 1}{1,1} = 535$	531

Таблиця 4.5

## Розрахунок на контактну міцність

Формули та позначення	Шестерня 2	Колесо 4
Діючі напруження: $\sigma_{Hmax} = \sigma_H \cdot T_{max} / T_{HE}$	$296 \cdot 261 / 160 = 378$	
Допустиме напруження: $\sigma_{HPmax} = 2,8 \cdot \sigma_T$	$2,8 \cdot 750 = 2100$	

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				

Таблиця 4.6

## Розрахунок на витривалість згину

Формули та позначення	Шестерня 2	Колесо 4
1	2	3
$F_{tF} = 2000 \cdot T_{FE} / d_{III}$	$2000 \cdot 173 / 107,5 = 3219$	
$\delta_F$	0,016	
$w_{FV} = w_{HV} \cdot \delta_F / \delta_H$	$6,63 \cdot 0,016 / 0,014 = 7,58$	
$K_{F\beta} = 1 + \frac{w_{FV} \cdot B_{\min}}{F_{tF}}$	$1 + \frac{7,58 \cdot 25}{3219} = 1,06$	
$K_{H\beta}$	1,02	
$K_{F\alpha}$	1	
$Y_{FS}$	3,67	3,55
$Y_{\beta} = 1 - \varepsilon_{\beta} \cdot \beta / 120$	1	
$Y_{\varepsilon}$	1	
$K_F = K_{FV} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{F\alpha}$	1,08	
Діючі напруження: $\sigma_{FIII} = \frac{F_{tF} \cdot K_F \cdot Y_E \cdot S_{III} \cdot h_a \cdot Y_{\beta} \cdot Y_{\varepsilon}}{B_{III} \cdot m}$	$\frac{3219 \cdot 1,08 \cdot 3,67 \cdot 1 \cdot 1}{25 \cdot 2,5} = 204$	$\frac{204 \cdot 3,55 \cdot 30}{3,67 \cdot 25} = 237$
$\sigma_{F \lim b} = 1,75 \cdot H_{HB}$	$1,75 \cdot 285 = 500$	
$Y_A$	0,88	
$Y_T$	1,0	
$\sigma_{F \lim b} = \sigma_{F \lim b}^0 \cdot Y_A \cdot Y_T$	$500 \cdot 0,88 = 440$	
$\dot{S}_F$	1,7	
$Y_Z$	1	
$Y_H = \sqrt[8]{L \cdot 10^6 / N_K}$	1	
$Y_B = 1,082 - 0,172 \cdot \lg m$	$1,082 - 0,172 \cdot \lg 2,5 = 1,01$	
$Y_R$	1	
$Y_X = 1,05 - 0,00012 \cdot S \cdot d_{III}$	$1605 - 06000125 \cdot 10765 = 1604$	

Зам.інв.№

Підпис і дата

Інв.№ ор.

Зм. Кільк. Арк. № док. Підп. Дата

Арк.

1	2	3
$\sigma_{FP} = \frac{\sigma_{F \lim b}}{S_F} \cdot Y_H \cdot Y_B \cdot Y_R \cdot Y_X$	$\frac{440}{1,7} \cdot 1 \cdot 1,01 \cdot 1 \cdot 1,04 = 272$	

Таблиця 4.7

## Розрахунок на витривалість згину

Формули та позначення	Шестерня 2	Колесо 4
1	2	3
Діючі напруження: $\sigma_{F \max} = \sigma_F \cdot T_{\max} / T_{FE}$	$204 \cdot 261 / 173 = 307$	357
$\sigma_{Fst}^0 = 6,5 \cdot H_{HB}$	$6,5 \cdot 285 = 1850$	
$S_{Fst} = Y_Z \cdot S_y$	$1 \cdot 1,75 = 1,75$	
Допустимі напруження: $\sigma_{FP \max} = \frac{\sigma_{Fst}^0}{S_{Fst}} \cdot Y_X$	$\frac{1850}{1,75} \cdot 1,04 = 1100$	

Результати розрахунків показали, що шестерні зубчатої передачі  $Z_2 - Z_4$  мають такі запаси міцності по допустимим напруженням:

На контактну витривалість  $n_H = 1,75$ ; при розрахунку на витривалість при згині  $n_F = 1,14$ .

Отримані запаси свідчать про те, що близька по параметрам зубчата передача  $Z_3 - Z_5$  має достатню міцність.

Зам.інв.№	
Підпис і дата	
Інв.№ ор.	

										Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата					

## 5. ПАСПОРТ НАВІСНОГО ОБЛАДНАННЯ

### 5.1. Призначення

Бетонозмішувач призначений для приготування та транспортування сухої та затвореної бетонної суміші на об'єктах цивільного, промислового та сільськогосподарського будівництва. Бетонозмішувач здатний самозавантажуватись компонентами бетону та саморозвантажуватись від приготованого бетону.

Базовим виробом бетонозмішувача є спеціальне пневмоколісне шасі СБМ1Ш.

Кліматичне виконання У, температура навколишнього середовища від  $-40^{\circ}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ . В діапазоні температур від  $-40^{\circ}$  до  $-5^{\circ}\text{C}$  готуються і транспортуються тільки не затворені суміші.

### 5.2 Основні технічні характеристики

Таблиця 5.1.

№ п/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Номінальне значення
1	2	3	4
Загальні дані			
1.	Базова машина		СБМ1Ш
2.	Об'єм змішувального барабана по завантаженню, не більше	$\text{м}^3$	$<0,9$
3.	Об'єм готового замісу, не більше	$\text{м}^3$	$<0,6$
4.	Частота обертання барабана, регульована	$\text{хв}^{-1}$	0...20
5.	Об'єм завантажувального ковша	$\text{м}^3$	$<0,17$

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата	

Закінчення таблиці 5.1.

Продовження табл. 5.1.

1	2	3	4
6.	Об'єм водяного бака для затворення суміші, не менше	$\text{м}^3 \cdot 10^{-3}$	130
7.	Робочий тиск у гідросистемі	мПа	14
8.	Розмір заповнювачів бетону, не більше	м	$40 \cdot 10^{-3}$
Габаритні розміри в транспортному положенні			
9.	Довжина	мм	$4550 \pm 100$
10.	Ширина	мм	$2500 \pm 100$
11.	Висота	мм	$3450 \pm 100$
12.	Маса бетонозмішувача без розчину	кг	$5200 \pm 150$
13.	Маса бетонозмішувача з розчином та машиністом	кг	$6700 \pm 180$
14.	Колія	мм	$1800 \pm 50$
15.	База	мм	$2240 \pm 50$
16.	Граничний поперечний кут нахилу в транспортному положенні з розчином, не більше	град	37
17.	Дорожний просвіт	мм	300
18.	Транспортна швидкість	км/год	25
19.	Робоча швидкість	км/год	2,9...7

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата	Арк.

## 6 ГІДРОПРИВІД

Гідравлічний привід мобільного бетонозмішувача на базі СБМ1Ш складається з бака Б1 місткістю 90 літрів масла, всмоктую чога рукава РНД1, насоса НШ-32У-3, напорної магістралі, з'єднаної з гідро розподільником Р2 та через гідроклапан запобіжний КР1 з гідро розподільником Р1.

В гідравлічній схемі знаходяться шість гідро циліндрів:

Ц1 – гідроциліндр нахилу розвантажувального лотка;

Ц2 – гідроциліндр повороту розвантажувального лотка;

Ц3 – гідро циліндр піднімання рами;

Ц4,Ц5 – гідроциліндри стріли;

Ц6 – гідро циліндр ковша.

Гідро циліндрами керують п'ять гідро розподільників. Гідроциліндри Ц4,Ц5 мають один гідро розподільник (трьох позиційний з керуванням від двох електромагнітів. Гідро циліндри під'єднуються рукавами високого тиску РВД. Швидкості піднімання та опускання обмежуються дроселями ДР1...ДР9.

Із розподільника гідравлічна рідина зливається через Ф1 в бак Б1. Паралельно з баком з'єднаний переливний клапан, який оберігає зливний трубопровід та фільтруючий елемент від руйнування при критичному забрудненні.

В гідросистемі також є гідромотор М2 нерегульований водяного насосу з одним напрямком руху потоку, гідромотор М1 приводу змішувального барабану нерегульований реверсивний, який живиться від насосу Н1 (НП-25) змінної продуктивності.

### Обслуговування гідравлічної системи

Своєчасне та правильне заправлення гідросистеми гідравлічною рідиною, а також змащування поверхонь тертя шарнірів є обов'язковою умовою забезпечення працездатності машини. Попадання навіть незначної кількості бруду в гідросистему може викликати прискорене зношування та передчасний вихід з ладу гідравлічного насосу. Тому перед заливанням в бак маюло повинно бути

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата	

ретельно профільтроване. Перший раз масло змінюють в гідросистемі через 100 підйомів кузова або рами, а далі – згідно з планом ТО. При першій зміні масла промивають фільтр з набором фільтруючих елементів. У випадку експлуатації у особливо важких умовах (підвищена забрудненість та запиленість), фільтри промивають частіше.

Технічне обслуговування агрегатів шасі виконують згідно з інструкцією по експлуатації автомобіля. Рекомендується в гідросистемі використовувати все сезонне масло ВМГЗ від –50 до 80°С. Замінники масла ВМГЗ в зимових умовах – Трансформаторне масло ТК, веретенне масло АУ, індустріальне И-12. В літніх умовах експлуатації рекомендується масло МГ-30 з вмістом антиоксидантів та антипінних присадок.

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.		
			Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата	

## 7. ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

### 7.1 Охорона праці

#### 7.1.1. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів

При розробці будь-якої машини на першому місці завжди повинні стояти вимоги до створення здорових і безпечних умов праці як самого оператора, так і людей, які працюють поруч. Тому велику роль в поліпшенні цих умов, зокрема у будівництві, відіграє ефективне використання техніки, застосування сучасних методів ведення будівельно-монтажних робіт, які потребують глибокого інженерного підходу до вирішення задач по забезпеченню безпеки праці людей на будівельних майданчиках.

Функціональні порушення, пов'язані з дією вібрації, шуму, недостатньої освітленості на машиніста мобільного бетонозмішувача полягають в погіршенні зору, збільшеній втомлюваності, зміні реакції, появі головного болю та запаморочення.

Успішне вирішення проблеми створення здорових і безпечних умов праці можливе тільки на основі комплексного всебічного підходу до цього питання.

Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів, які пов'язані з певними станами пересувного мобільного бетонозмішувача, зведемо в таблицю 7.1:

Таблиця 7.1

Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів

№ п/п	Фактор	Джерело	Кількісна оцінка	Норматив
1	2	3	4	5
1.	Підвищений рівень вібрації на робочих місцях	Коливання трамбівки	Категорія 3 технологічного процесу типу "В" Рівень віброприскорення, $L_a$ м./с <sup>2</sup> , дБ Рівень виброшвидкості, $L_v$ , м/с дБ	СН 3044-84 ГОСТ 12.1.012-90 ДНАОП 0.00-1.31-99 ДСанПІН 3.3.2.007-98 ДСТУ 2300-93

Зам.інв.№	
Підпис і дата	
Інв.№ ор.	

										Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата					

## Продовження таблиці 7.1

2.	Підвищений рівень шуму на робочому місці/робочих приміщень	Будівельні машини і обладнання	Допустимі рівні звуку, еквівалентні рівні звуку, $L_p$ дБа / дБАекв Допустимі рівні звуку, еквівалентні рівні звуку, $L_p$ дБА / дБАекв	ГОСТ 28100-89 ДСанПІН 3.3.2.007-98 ДСН 3.3.6.042-99 СН 3223-85 ГОСТ 12.1.003-88 ССБТ ДСТУ 2325-93 ГОСТ 23426-79 ДСН 3.3.6.037-99 СН 3077-84
3.	Недостатній рівень освітленості на робочому місці та в приміщенні	Природне і штучне освітлення	КПО,% Нормований рівень освітлення на робочому столі в зоні розташування документів Е, Лк	ДБН В.2.5-28-2006 ГОСТ 12.1.046-85
4.	Опромінювання зварювальною дугою	Зварювальна дуга при виконанні зварювальних робіт		ГОСТ12.2.03-75 ГОСТ17779-72 ГОСТ12.02.010-75
5.	Небезпека ураження електричним струмом, замикання через тіло людини:  - промислові;	Будівельні машини і обладнання, електрообладнання і освітлення приміщення та робочих місць  Робоче обладнання, освітлювальні і силові	Мережі електроживлення і освітлення Допустимі, $U, V$ $F, Гц$ $I, A$  $I, A$ $U, V$ $F, Гц$  $U, V$	ГОСТ 12.1.045-84 ВСН 59-88 ГОСТ 12.1.006-84 ДНАОП 0.00-1.31-99 ДНАОП 0.00-1.21-98 ГОСТ12.1.030-81 ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата

Арк.

	- атмосферні;  - статична електрика	мережі  Грозовий розряд, блискавка  Будівельні машини і обладнання	N, 1/рік  I, A U, B	ПУЭ, ПТЕ НПАОП 401.-1.21-98 ДНАОП 1.1.10-1.07-01 РД 34.21.122-87
6.	Опіки від розбризкування гарячого металу	Газо- або електрозварювання корпусу або ущільнюючої плити		СНіП III-4-80
7.	Отруєння шкідливими газами	Газо-, електрозварювання		СНіП III-4-80
8.	Пожежна безпека  Вибухонебезпека	Коротке замикання електрообладнання будівельних машин та освітлення приміщень. Попадання блискавки. Підвищення температури	Категорія вибухопожежонебезпеки будівель  Ступінь вогнетривкості будівель  Т, °С	ДБН В.1.1.-7-2002 СН 512-78 СНіП 2.04.09-84 СниП 2.01.02-85 ГОСТ 12.1.004-076 ССБТ НАПБ А.01.001-2004 НАПБ Б.01.004-2000 ДСТУ 22-72-93 ДСТУ 2273-93 ДБНВ.2.5-13-98* СТ СЭВ 383-87

Установка машини поблизу бровки котловану.

Згідно СніП III- 4- 80 переміщення, установка і робота машин поблизу з незакріпленими відкосами дозволяється тільки за межами призми обрушення

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата	

на відстані, встановленої проектом виконання робіт. При відсутності рішень в ПВР найменша допустима відстань по горизонталі від основи відкосу виїмки до ближчих опор машини регламентовані СНІП III- 4- 80.

Вихідні дані:

- глибина котловану –  $h = 1,5$  м;
- ґрунт – глина.

Нормативна крутизна відкосу для глинистих ґрунтів і глибина виїмки 1,5 м складе 1:0, тобто стінка відкосу – вертикальна.

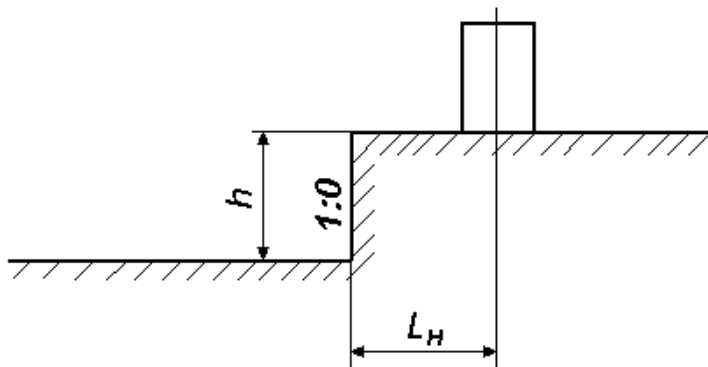


Рис.7.1

Розрахункова схема по визначенню мінімальної відстані установки машини від краю відкосу приведена на рис.7.1.,

$$\text{де } l_H = 1,2 ah + 1;$$

$a = 0$  – коефіцієнт нахилу відкосу;

$h = 1,5$  м – глибина котловану.

$$l_H = 1,2 \cdot 0 \cdot 1,5 + 1 = 1 \text{ м}$$

Мінімальна відстань від краю відкосу до найближчих опор машини повинно бути не менше 1 м.

При зміні глибини виїмки ґрунту та різних видах ґрунту отримуємо наступні результати, зведені в таблицю 7.2

Таблиця 7.2

Мінімальні відстані від основи виїмки до найближчої опори машини

№ п/п	Глибина, м	Відстань до опори, м			
		піщаний ґрунт	супіщаний ґрунт	суглинистий ґрунт	глинистий ґрунт
1	1	1,5	1,25	1,0	1,0
2	2	3,0	2,4	2,0	1,5

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата		

3	3	4,0	3,6	3,25	1,75
4	4	5,0	4,4	4,0	3,0
5	5	6,0	5,3	4,75	3,5

Захист від вібрації.

Згідно вимогам ГОСТу для ефективної віброізоляції в діапазонах частот 2...10 Гц власна частота коливань пасивної системи (оператора) повинна складати біля 1 Гц.

Статичне переміщення сидіння з тілом людини в цьому випадку може складати 25 см.

Для додаткової віброізоляції оператора необхідно застосувати віброізолююче сидіння (рис. 6.2).

Динамічні характеристики віброзахисних сидінь слідуючи:

$\omega_0 = 1,5 - 1,6$  Гц ;

вільний хід до обмежувачів  $\pm 6$  см;

відносне демпфування уніфікованого сидіння 0,3...0,35.

Сидіння буде достатньо демпфованим, щоб понизити частоту  $\omega_0 = 15$  Гц та амплітуду  $A = 1 \cdot 10^{-2}$  м до  $\omega_0 = 4,3$  Гц та  $A = 7 \cdot 10^{-3}$  м.

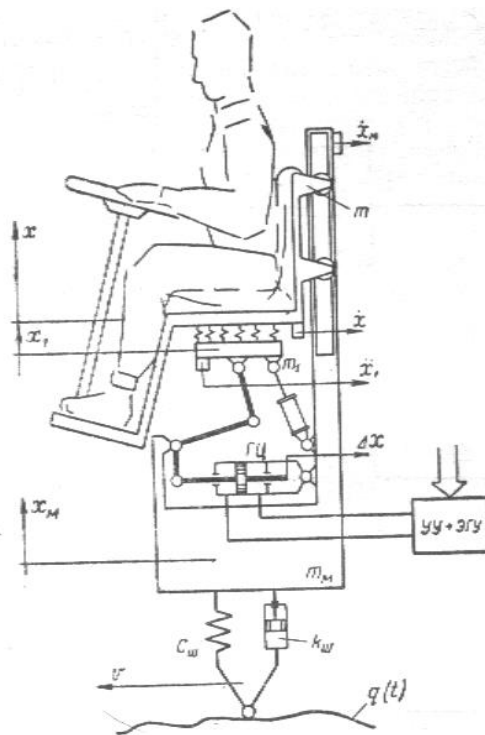


Рис. 7.2

Розрахунок освітлення будівельного майданчика

Зам.інв.№	
Підпис і дата	
Інв.№ ор.	

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата

Арк.

При розрахунку освітлення будівельного майданчика необхідно врахувати розміри майданчика, точність виконання робіт і інше.

Для виконання робіт в темний час доби застосовується робоче освітлення, яке повинне бути рівномірним.

Для живлення освітлювальних приладів застосовують напругу 220 В.

При загальному рівномірному освітленні будівельних майданчиків освітленість повинна бути не менше 2 Лк.

Розрахунок прожекторної установки зводиться до визначення кількості прожекторів для утворення нормальної освітленості:

$$n = \frac{m \cdot E_p \cdot S}{P_l};$$

і визначенню висоти установки прожекторів над освітлюваною поверхнею.

$$H_{\min} = \sqrt{\frac{I_0}{300}}$$

Для визначення кількості прожекторів необхідно знати потрібне освітлення  $E_p$

$$E_p = E_n \cdot k,$$

де  $E_n = 200$  Лк;

$k = 1,3$  – коефіцієнт запасу.

$$E_p = 200 \cdot 1,3 = 260 \text{ Лк};$$

Потужність лампи приймаємо

$$P_l = 500 \text{ Вт}$$

$S$  – площа освітлюваної ділянки;

$$S = a \cdot b$$

$a = 10$  м – ширина ділянки;

$b = 20$  м – довжина ділянки.

$$S = 10 \cdot 20 = 200 \text{ м}^2;$$

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата		

$$n = \frac{0,1 \cdot 260 \cdot 200}{500} = 10,4 \text{ шт.}$$

Приймаємо 11 прожекторів.

Висота установки прожектора залежить від максимальної осьової сили світла

$$I_0 = 9000 \text{ Кд.}$$

$$H_{\min} = \sqrt{\frac{I_0}{300}} = \sqrt{\frac{9000}{300}} \approx 5 \text{ м}$$

Для освітлення будівельного майданчика розміром 10x20 застосовуємо 11 прожекторів з потужністю ламп  $P_{\text{л}} = 500 \text{ Вт}$  на висоті  $H = 5,5 \text{ м}$ .

## 7.2. Пожежна безпека

Пожежна безпека - стан об'єкта, при якому з регламентованою ймовірністю виключається можливість виникнення та розвиток пожежі і впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей. Правовою основою діяльності в області пожежної безпеки є Конституція, Закон України «Про пожежну безпеку», закони, постанови Верховної Ради України, укази і розпорядження Президента, постанови і розпорядження Президента, постанови і розпорядження Кабінету Міністрів України, рішення органів державної виконавчої влади, місцевого і регіонального самоврядування, прийняті в межах їх компетенції.

Забезпечення пожежної безпеки — невід'ємна частина державної діяльності щодо охорони життя та здоров'я людей, національного багатства та навколишнього середовища. Відповідно до статті 4 Закону України „Про пожежну безпеку" державні органи виконавчої влади та органи самоврядування усіх рівнів в межах своєї компетенції організують розроблення та впровадження у відповідних галузях і регіонах організаційних і науково-

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата		

технічних заходів щодо запобігання пожежам та їх гасіння, забезпечення пожежної безпеки населених пунктів і об'єктів.

### *Пожежна профілактика*

Чітке виконання встановленого протипожежного режиму гарантує безпечну експлуатацію промислових підприємств, окремих будівель, споруд, виробничих установок, машин, приладів та апаратів. Цей режим ґрунтується на заздалегідь розроблених правилах та інструкціях, які відповідають умовам роботи виробничого устаткування і технологічному процесу підприємства. Тому всім, хто працює на даному підприємстві, необхідно добре знати, насамперед, технологічний процес виробництва і причини відхилення від нормальних умов роботи устаткування.

Начальники цехів, опоряджувальних ділянок (майстерень, складів тощо) або особи, відповідальні за пожежну безпеку, перш ніж допустити до роботи новоприйнятого працівника, зобов'язані впевнитись у тому, що він пройшов первинний протипожежний інструктаж.

Крім проведених протипожежних інструктажів слід організувати і проводити пожежно-технічні мінімуми.

Причини пожежі:

1. Несправність електропроводки. Найбільшу небезпеку представляють іскри, які можуть виникнути при поганій ізоляції або короткому замиканні. При попаданні на поверхню із залишками технічних рідин вони можуть призвести до займання.

2. Аварія, в результаті якої порушується цілісність проводки і герметичність різних трубок або ємностей транспорту (автобетонозмішувача), у слідстві чого технічні рідини або пальне можуть потрапити на відкриті проводи, вихлопний колектор або розпечені деталі кузова.

3. Куріння водіїв під час заправки транспорту (автобетонозмішувача) або за кермом.

4. Незакріплений акумулятор. На нерівній дорозі або у разі перекидання транспорту (автобетонозмішувача) він може замкнути на кузов і привести до займання.

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата	

5. Використання горючих рідин для видалення бруду з кузова транспорту (екскаватора). У цьому випадку бензинові або спиртові плями можуть спалахнути при нагріванні кузова або попаданні сигаретного бичка.

6. Використання відкритого вогню (паяльної лампи) для прогрівання двигуна взимку.

Пожежа в транспорті (автобетонозмішувача) як правило починається непомітно. Від моменту тління до займання може пройти кілька хвилин. Таким чином, до появи характерних ознак (запаху і диму) виявити проблему практично неможливо. За цей час пожежа може досягти розмірів, коли річний вогнегасник виявиться безсилий.

Залежно від причини загорання, час, коли полум'я охопить салон транспорту (автобетонозмішувача), може зайняти від декількох секунд до 2-3 хвилин. За 10 хвилин повністю згорає легковий автомобіль. Тому сподіватися на приїзд пожежного розрахунку, особливо, якщо ви знаходитесь далеко від міста, не варто. Єдиний шанс врятувати транспорт - це постаратися самому загасити його. Для цього у машиніста повинен бути під рукою персональний вогнегасник.

Автобетонозмішувач, крім металевого кузова, являє собою сукупність різних легкозаймистих рідин і матеріалів та електричну систему, що знаходиться під напругою. Для гасіння пожеж такого роду необхідний спеціальний вогнегасний склад, здатний зупинити процес горіння.

#### *Призначення вогнегасників*

Залежно від типу зарядженого вогнегасної речовини вогнегасники використовуються для гасіння пожеж наступних класів:

Класи пожеж:

А - горіння твердих речовин;

В - горіння рідких речовин;

С - горіння газоподібних речовин;

Д - горіння металу і металомістких речовин;

Е - гасіння речовин, які знаходяться під електричною напругою.

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№док	



1- балон; 2 - поворотний розтруб; 3 - опорна головка; 4 - сифона трубка;  
5- хомут; 6 - крюк; 7 - упор; 8 - ручка; 9 – чека.

А втбетонозмішувач повинен бути укомплектований вуглекислотним вогнегасником.

Забороняється гасити водою палаючі паливно-мастильні матеріали. Для цього треба застосовувати порошкові або вуглекислотні вогнегасники, пісок або землю, брезент.

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№ док	

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Строительные машины. Справочник, ч. 1(под ред. В.А. Баумана)М., 1976г.
2. Справочник конструктора дорожных машин (под ред. И.П. Бородачева) М., 1976 г.
3. Зеленин А.Н., Баловнев В.И., Киров И.П. Машины для земляных работ. М., 1975 г.
4. В.Л. Устименко. Основы проектирования деталей машин. М., 1984 г.
5. С.М. Новак. Защита от шума и вибрации в строительстве. К., 1990 г.
6. Б.П. Козинцов, Е.П. Иванов. Расчет и проектирование зубчатых планетарных и дифференциальных передач.
7. В.И. Анурьев. Справочник конструктора машиностроителя т.1, 2, 3. М., Машиностроение, 1978 г.
8. Г.Л. Карабан, В.И. Баловнев. Машины для городского хозяйства. М., Машиностроение, 1988 г.
9. В.М.Токаренко. Гидропривод и гидрооборудование транспортных средств. К., Лыбедь, 1991 г.
10. [Электронный ресурс] Автобетоносмесители с автозагрузкой «Scout». - Режим доступа: [http://www.ural-beton.ru/catalogue/bsu/bsu\\_32.html](http://www.ural-beton.ru/catalogue/bsu/bsu_32.html)
11. [Электронный ресурс] Автобетоносмесители компании Stetter. - Режим доступа: [http://www.schwing-stetter.com.ua/stetter\\_catalog2.php](http://www.schwing-stetter.com.ua/stetter_catalog2.php)

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				

ДОДАТОК

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата		

Форм	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				<b>Документація</b>		
			<i>ДП.1.00.00.000 СК</i>	<i>Складальне креслення</i>		
				<i>Складальні одиниці</i>		
		1	ДП. 1.03.00.00 СК	Обладнання	1	
				бетонозмішуваль не	1	
		2	ДП. 1.04.00.00 СК	Обладнання		
				завантажувальне	1	
		3	ДП. 1.05.00.00 СК	Гідропривод	1	
		4	ДП. 1.44.00.00 СК	Укладка ЗІП	1	
		5	ДП. 1.07.00.00 СК	Механізм		
				розвантажувальний	1	
		6	ДП. 1.08.00.00 СК	Система подачі води	1	
		7	ДП. 1.09.00.00 СК	Установка насосів		
				гідроприводу	1	
				<i>Стандартні вироби</i>		
		1		Шасі СБМ1-Ш	1	
		1				

Зам.інв.№	ДП.1.00.00.000								
	Зм	Кіл.	Арк	№ док.	Підп	Дата			
Підпис і дата	Розроб.	<u>Цянь Чунсянь</u>				Мобільний автобетонозмішувач	Стад.	Арк.	Аркушів
	Консульт.							1	1
	Керів.	Свідерський				КНУБА Кафедра МОТІ спец. ЗБМО			
	Н.Контр.								
	Зав.каф.	Назаренко І.І.							
Інв.№ ор.							Арк.		
	Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата			





Форм	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				Документація		
			ДП.1.03.01.070 СК	Складальне креслення		
				Деталі		
		1	ДП.1.03.01.064-06	Лопасть	2	
		2	ДП.1.03.01.064-07	Лопасть	2	
		3	ДП.1.03.01.064-08	Лопасть	2	
		4	ДП.1.03.01.064-09	Лопасть	2	
		5	ДП.1.03.01.064-10	Лопасть	2	
		6	ДП.1.03.01.064-11	Лопасть	2	
		7	ДП.1.03.01.064-12	Лопасть	2	
		8	ДП.1.03.01.064-13	Лопасть	2	
		9	ДП.1.03.01.064-14	Лопасть	2	
		10	ДП.1.03.01.064-15	Лопасть	2	
		11	ДП.1.03.01.064-16	Лопасть	2	
		12	ДП.1.03.01.064-17	Лопасть	2	
		15	ДП.1.03.01.071	Бандаж	1	
		16	ДП.1.03.01.072	Конус	1	

Зам.інв.№	ДП.1.03.01.070									
	Зм	Кіл.	Арк	№ док.	Підп	Дата				
Підпис і дата	Розроб.	Цянь Чунсянь				Конус 2	Стад.	Арк.	Аркушів	
	Консулт							1	1	
	Керів.	Свідерський				КНУБА Кафедра МОТП спец. ЗБМО				
	Н.Контр.									
	Зав.каф.	Назаренко І.І.								
Інв.№ ор.							Арк.			
	Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				

Форм	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				Документація		
			ДП.1.04.00.000 СК	Складальне креслення		
				Складальні одиниці		
		1	ДП.1.04.00.010 СК	Палець	2	
		2	ДП.1.04.00.020 СК	Палець	2	
		7	ДП.1.04.02.000 СК	Ковш	1	
		8	ДП.1.04.02.000 СК	Стріла	1	
		9	ДП.1.04.03.000 СК	Гідроциліндр	1	
		10	ДП.1.04.04.000 СК	Гідроциліндр	1	
				<i>Деталі</i>		
		16	ДП.1.04.00.002	Ригель	12	
		17	ДП.1.04.00.001	Втулка	6	
		18	ДП.1.04.00.003	Палець	3	
		19	ДП.1.04.00.004	Палець	3	
				<i>Стандартні вироби</i>		
		25		Кільце 036-041-30-2		
				ГОСТ 18829-73	4	
				ГОСТ 19853-74:		
		35		Болт М10-6g×20.46.019		

Зам.інв.№	ДП 01.04.00.000									
	Зм	Кіл.	Арк	№ док.	Підп	Дата				
Підпис і дата	Розроб.	Цянь Чунсянь				Обладнання завантажувальне	Стад.	Арк.	Аркушів	
	Консульт							1	2	
	Керів.	Свідерський				КНУБА Кафедра МОТП спец. ЗБМО				
	Н.Контр.									
	Зав.каф.	Назаренко І.І.								
Інв.№ ор.							Арк.			
	Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				

Форм	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				Документація		
			ДП.1.03.02.000 СК	Складальне креслення		
				Складальні одиниці		
		1	ДП.1.03.02.010 СК	Корпус	1	
		2	ДП.1.03.02.020 СК	Епіцикл	1	
		3	ДП.1.03.02.030 СК	Муфта	1	
		4	ДП.1.03.02.040 СК	Водило	1	
		5	ДП.1.03.02.050 СК	Вал-шестерня	1	
		6	ДП.1.03.02.060 СК	Епіцикл	1	
		7	ДП.1.03.02.070 СК	Щуп	1	
		8	ДП.1.03.02.080 СК	Сапун	1	
				<i>Деталі</i>		
		1 3	ДП.1.03.02.001	Кришка	1	
		1 4	ДП.1.03.02.002	<i>Прокладка</i>	5	Найб.
		1 5	ДП.1.03.02.003	Прокладка	1	
		1 6	ДП.1.03.02.004	Втулка	3	
		1 7	ДП.1.03.02.005	Сателіт	3	
		1 8	ДП.1.03.02.006	Втулка	3	
		1 9	ДП.1.03.02.007	Палець	3	
		2 0	ДП.1.03.02.008	Кільце	1	
		2 1	ДП.1.03.02.009	Прокладка	1	

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№	ДП.1.03.02.000								
			Зм	Кіл.	Арк	№ док.	Підп	Дата			
Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№	<b>Розроб.</b>		Цянь Чунсянь			Редуктор	Стад.	Арк.	Аркушів
			Консулт							1	3
			Керів.		Свідерський				КНУБА Кафедра МОТІІ спец. ЗБМО		
			Н.Контр.								
Зав.каф.		Назаренко ІІ.									
			Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата		Арк.	

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата

Арк.

Інв.№ ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата

Арк.