

Винахід відноситься до буксирувальних гірськолижних канатних доріг, які служать для піднімання лижників до старту гірськолижних трас. Буксирувальні пристрої на таких дорогах призначені для причіплення лижників до тягового каната дороги.

Причіплення лижників до тягового каната складається із двох етапів: 1) витягування буксирувального захвата (бугеля) і "посадки" на нього; 2) розгону до швидкості руху тягового каната. Після того як лижники, досягнувши верхньої станції, відпускають захват, буксирувальний пристрій повертається у вихідне положення.

Відомі буксирувальні пристрої для гірськолижної канатної дороги, що містять котушку з запасованим у ній буксирувальним канатиком, зв'язані з катушкою гальмо і акумулятор енергії розмотування канатика для наступного її використання при його намотуванні. Як акумулятор енергії переважно використовують спіральну пружину. Функція гальма - забезпечити плавний розгін лижників на нижній станції і безударне втягування бугеля на верхній станції. Звичайно в таких буксирувальних пристроях встановлюють механічне гальмо відцентрового типу [1]. Наявність зношуваних частин і нестабільність характеристик механічного гальма, викликані залежністю коефіцієнта тертя від стану поверхонь тертя, погодних умов і інших факторів, знижують надійність цих буксирувальних пристроїв.

Відомі буксирувальні пристрої з зануреним у олійну (масляну) ванну гальмом механічного типу [2], або з гальмом гідралічного типу [3]. Однак наявність у цих буксирувальних пристроях об'ємів, заповнених олією, яка у випадку гідралічного гальма знаходиться під великим тиском, ускладнює їх експлуатацію і створює загрозу забруднення навколишнього середовища.

Перелічені недоліки відсутні в буксирувальних пристроях з гальмом електромагнітного типу.

Відомий буксирувальний пристрій для гірськолижної канатної дороги [4], що містить котушку з запасованим в ній буксирувальним канатиком, зв'язані з катушкою електромагнітне гальмо і акумулятор енергії розмотування канатика для наступного її використання при його намотуванні. Основу електромагнітного гальма складає електропровідний диск, розміщений в магнітному полі постійних магнітів.

В цьому буксирувальному пристрої гальмівне зусилля створюється у всьому діапазоні можливих швидкостей розмотування або намотування буксирувального канатика, в тому числі і при дуже малих швидкостях, що має наступні недоліки:

1. Уже на самому початку витягування буксирувального захвата при "посадці" на нього лижників гальмо створює опір витягуванню захвата. В результаті з першої ж миті контакту лижників з буксирувальним захватом тяговий канат дороги, що знаходиться в безперервному русі, тягне лижників за собою, позбавляючи їх можливості зручно завести за себе захват. Цей стан дискомфорту лижників, будучи істотним недоліком буксирувальної дороги, може призводити, крім того, до падіння лижників при "посадці". В цьому випадку буксирувальні пристрої відправляються на трасу підйому пустими, що приводить до зниження продуктивності канатної

дороги.

2. При відпусканні лижниками захвата коло верхньої станції дороги зворотне намотування буксирувального канатика буде відбуватись дуже повільно. Зворотне намотування канатика відбувається під дією моменту закрученої спіральної пружини (яка, як зазначалось, переважно виконує функцію акумулятора енергії), зрівноваженого протидіючим моментом гальма. Оскільки момент пружини порівняно малий, то рівновага моментів встановиться при досить малій частоті обертання катушки. Повільне втягування буксирувальних захватів призводить до того, що значна частина довжини канатної дороги в районі верхньої станції стає неробочою, скорочується довжина траси підйому лижників, знижується надійність канатної дороги і безпека лижників.

Для створення в досить великому повітряному проміжку електромагнітного гальма, зайнятому провідним (звичайно алюмінієвим) диском, магнітного поля прийнятної величини потрібні високоякісні постійні магніти, що мають високу ціну.

Завданням винаходу є створення буксирувального пристрою з електромагнітним гальмом, в якому гарантуються такі характеристики гальма у його взаємодії із катушкою, що призводять до повної відсутності гальмівного моменту у початковій фазі контакту лижників із буксирувальним захватом і в той же час забезпечують плавний розгін лижників до швидкості тягового каната. Одночасно ставляться завдання забезпечення прийнятної швидкості втягування буксирувального захвата на верхній станції і здешевлення буксирувального пристрою.

Це завдання розв'язується, згідно з винаходом, за рахунок того, що в буксирувальному пристрої, який містить котушку з запасованим в ній буксирувальним канатиком, зв'язані з катушкою електромагнітне гальмо і акумулятор енергії розмотування канатика для наступного її використання при його намотуванні, електромагнітне гальмо складається із асинхронної електричної машини з короткозамкненим ротором та електричних конденсаторів, підключених до обмоток її статора.

Котушку доцільно виконати щільного типу, а гальмо з'єднати з катушкою через зубчасту передачу, переважно із внутрішнім зацепленням. Асинхронну електричну машину з короткозамкненим ротором доцільно виконати двофазною.

Властивість асинхронної машини з підключеними до статорних обмоток конденсаторами не створювати гальмівного моменту на частотах обертання, менших за частоту обертання, при якій настає самозбудження, при її комбінації з катушкою із змінним радіусом розмотування, приводить до того, що гальмівне зусилля при посадці лижників появляється лише після розмотування частини буксирувального канатика, розміщеного на зовнішній частині катушки, де радіус розмотування є найбільшим. При відпусканні лижниками захвата на верхній станції намотування буксирувального канатика відбувається із швидкістю не меншою, ніж та, що відповідає частоті обертання самозбудження асинхронної машини.

На фіг.1 зображений загальний вигляд буксирувального пристрою; на фіг.2 - вид за стрілкою А на фіг.1; на фіг.3 - переріз по Б - Б на

фіг.2; на фіг.4 - схема підключення конденсаторів до фазних обмоток статора асинхронної електричної машини; на фіг.5 - механічна характеристика асинхронної електричної машини з підключеними до її обмоток конденсаторами у гальмівному режимі.

Буксирувальний пристрій містить закріплений на тяговому канаті 1 при допомозі підвісу 2 корпус 3, всередині якого встановлена закріплена на валу 4 щільна котушка 5. На котушці намотаний запасований в ній буксирувальний канатик 6. Частина канатика розміщена в один ряд в щільній щільній котушці, а друга частина - в зовнішній розширеній частині котушки. Вал 4 з'єднаний через втулку 7 з внутрішнім кінцем спіральної пружини 8 (акумулятора енергії). Зовнішній кінець пружини закріплений в корпусі 3. Вал 4 через зубчасту передачу з внутрішнім зачепленням (шестерня 9 та зубчасте колесо 10) з'єднаний з короткозамкненим ротором двофазної асинхронної електричної машини. Обмотки статора 12 двофазної асинхронної електричної машини з'єднані з електричними конденсаторами 13. Схема підключення конденсаторів до обмоток асинхронної машини показана на фіг.4.

Зовнішній кінець буксирувального канатика 6 з'єднаний з двомісним буксирувальним захватом (бугелем) 14.

Виконання зубчастої передачі з внутрішнім зачепленням дозволяє максимально зменшити віддалі між осями котушки і гальма і, таким чином, зменшити габарити корпуса буксирувального пристрою. Виконання асинхронної електричної машини з двома фазами дозволяє гранично спростити електричну схему і в той же час одержати достатньо високе використання електричної машини.

Буксирувальний пристрій працює таким чином, Коли лижники витягують на нижній станції канатної дороги захват 14, починається розмотування буксирувального канатика 6 з котушки 5 і закручування спіральної пружини 8. Одночасно починає обертатись ротор 11 гальма. Однак, поки частота обертання  $n$  гальма не досягне величини  $n_0$  (фіг.5), що відповідає самозбудженню асинхронної машини, його гальмівний момент  $M$  дорівнює нулю, і розмотування буксирувального канатика відбувається зовсім вільно (протидія пружини 8 розмотування канатика є порівняно невеликою), що дає змогу лижникам без зусиль здійснити "посадку" на захват.

При переході змотуваних витків від розширеної зовнішньої частини котушки до щільної частини починає збільшуватись частота обертання котушки і, як наслідок, частота обертання гальма, оскільки починає зменшуватись радіус розмотуваних витків буксирувального канатика. Коли частота обертання асинхронної електричної машини досягне величини  $n_0$ , відбувається самозбудження асинхронної машини (Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины. - М.: Энергия, 1980. - С46), і остання починає створювати гальмівний момент. З цієї миті практично припиняється збільшення частоти обертання котушки, оскільки нахил (по відношенню до осі абсцис) механічної характеристики асинхронної машини з конденсаторним збудженням (фіг.5) є порівняно малим (порівняно висока жорсткість механічної

характеристики).

Починається плавне зменшення лінійної швидкості розмотування буксирувального канатика, оскільки при незмінній частоті обертання котушки безперервно зменшується радіус розмотування канатика. З моментом початку зменшення лінійної швидкості  $P_0$  розмотування буксирувального канатика починається плавне рухання лижників з місця. Зауважимо, що має місце приблизна рівність  $V_k = V_{розм.} + V_{лижн.}$ ,

де  $V_k$  - швидкість руху тягового каната дороги;

$V_{розм.}$  - швидкість розмотування буксирувального канатика;

$V_{лижн.}$  - швидкість руху лижників.

Із приведеної рівності видно, що зменшення швидкості  $V_{розм.}$  обов'язково приводить до збільшення  $V_{лижн.}$ , оскільки швидкість  $V_k$  постійна.

Передавальне відношення зубчастої передачі і геометрія котушки підбираються так, щоб частота обертання гальма  $n_0$  відповідала моменту закінчення "посадки" лижників на бугель.

Коли лижники коло верхньої станції канатної дороги "сходять" з бугеля, починається розкручування спіральної пружини 8 і зворотне намотування буксирувального канатика на щільну котушку за рахунок акумульованої закрученою пружиною енергії. Під впливом обертового моменту закрученої пружини щільна котушка розганяється до частоти обертання, що відповідає частоті обертання гальма  $n_0$ , а далі намотування буксирувального канатика відбувається при практично незмінній частоті обертання котушки.

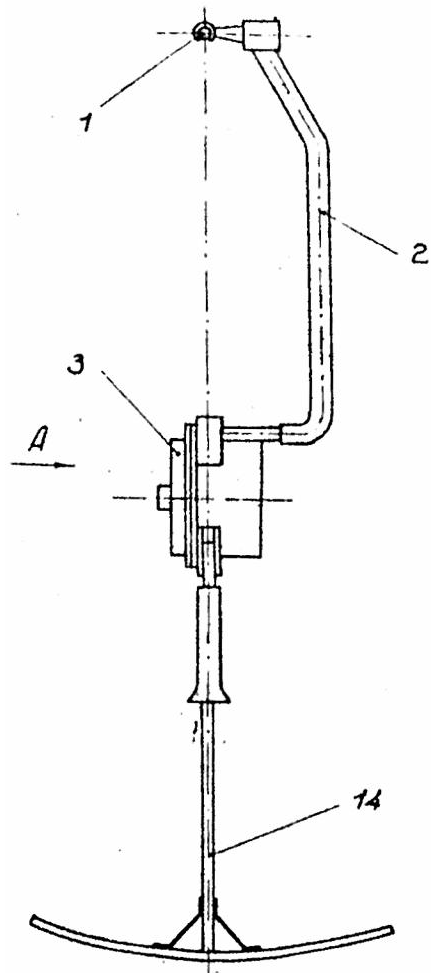
Наявність інтервалу частоти обертання гальма від 0 до  $n_0$ , в якому гальмівний момент дорівнює нулю, при взаємодії гальма із котушкою, що має змінний радіус розмотування, дозволяє забезпечити лижникам необхідний (наперед визначений) час для вільного (без опору) витягування буксирувального захвата і "посадки" на нього. Це значно підвищує комфорт лижників. Виключаються падіння при руханні з місця, котрі приводять, крім цього, до зниження продуктивності дороги. З другого боку, наявність цього інтервалу частоти обертання гальма від 0 до  $n_0$  дозволяє уникнути надзвичайно малої швидкості зворотного намотування буксирувального канатика в районі верхньої станції, наслідком якої є зниження надійності і безпеки канатної буксирувальної дороги, а також необхідність видовження самої дороги через збільшення неробочої довжини дороги для втягування буксирувальних захватів.

Оскільки основу електромагнітного гальма становить асинхронна машина - найбільш проста і дешева з електричних машин, то вартість буксирувального пристрою, а значить і всієї канатної дороги (кількість буксирувальних пристроїв у складі дороги може сягати сотні і більше) буде значно нижчою, ніж у випадку буксирувального пристрою з гальмом на основі постійних магнітів.

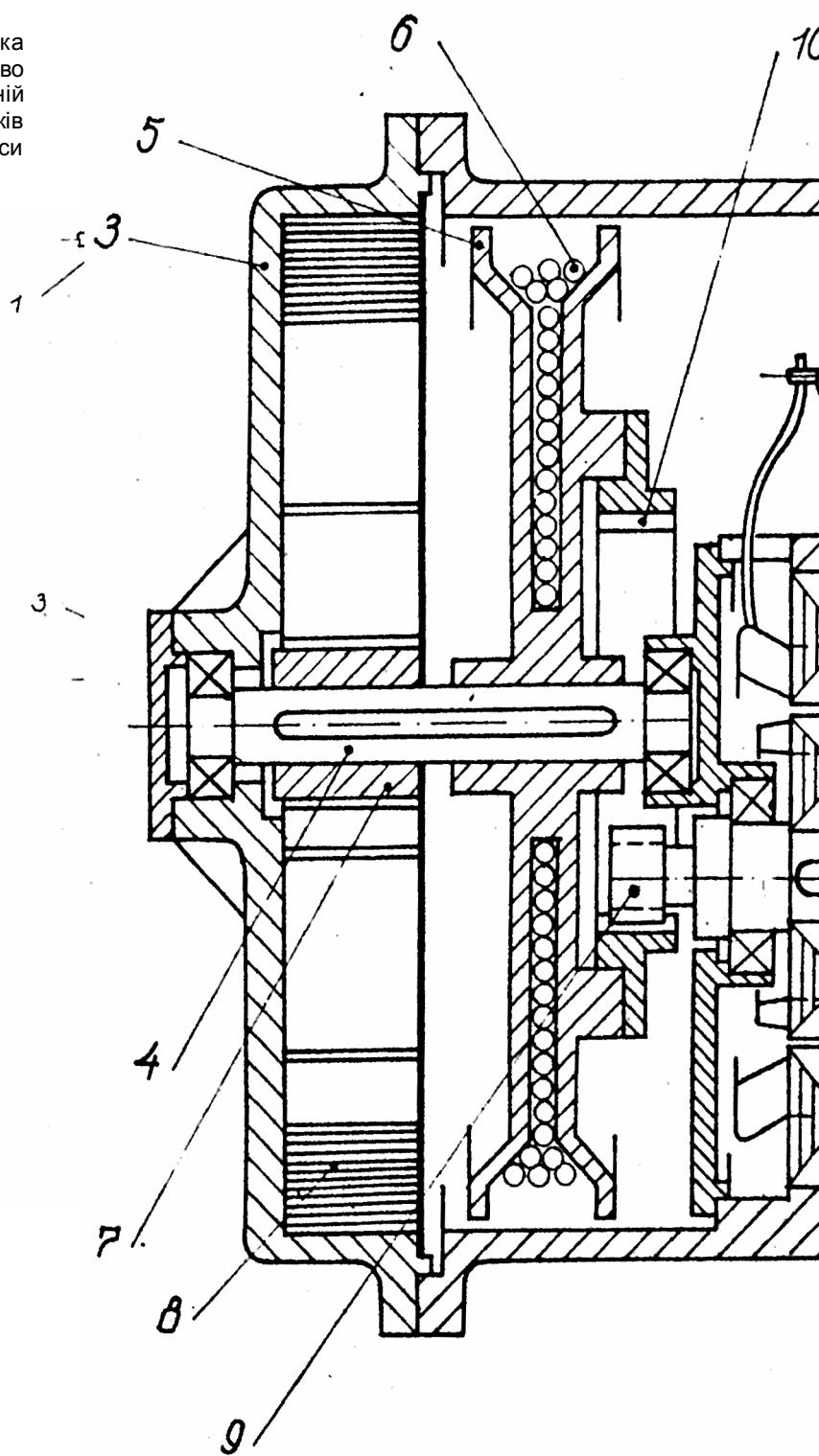
Як випливає із опису роботи буксирувального пристрою, мета винаходу досягається за рахунок поєднання специфічної механічної характеристики гальма (фіг.5) із різко вираженою зміною радіуса розмотування щільної котушки. Оскільки властивість зміни радіуса розмотування в тій чи іншій мірі притаманна будь-якій котушці з багатопарною намоткою буксирувального канатика, то мета винаходу до певної міри може бути реалізована і при застосуванні котушок інших

конструкцій.

Випробування експериментального зразка буксирального пристрою підтвердило винятково високий комфорт лижників при "посадці" на нижній станції, зокрема високу плавність розгону лижників при будь-якій їх масі і при будь-якому ухилі траси підйому.



Фиг. 1



Фиг. 3

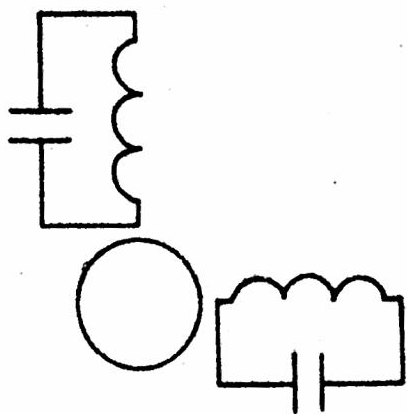


Fig. 4

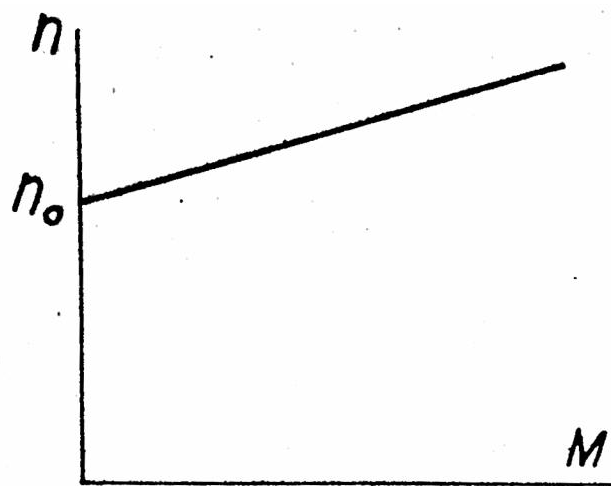


Fig. 5