



Рисунок 5 — Блок цилиндров (фрагменты песчаной формы)

Заключение. AM-технологии с полным основанием можно отнести к технологиям XXI века. Они охватывают различные сферы деятельности человека. 3D-принтеры используют для реализации совершенно неожиданных идей и проектов. Кроме очевидных преимуществ, заключающихся в повышении производительности, они также в значительной степени сокращают энергоёмкость выпускаемой продукции и способствуют повышению качества продукции.

Список цитируемых источников

1. Зленко, М. А. Аддитивные технологии в машиностроении / М. А. Зленко, М. В. Нагайцев, В. М. Довбыш. — М. : ГНЦ РФ ФГУП : НАМИ, 2015. — 220 с.
2. Головин, Ю. И. Введение в нанотехнику / Ю. И. Головин. — М. : Машиностроение, 2007. — 496 с. : ил.
3. Чижик, С. А. Нанотехнологии аддитивные технологии — перспективы развития технологий «снизу—вверх» / С. А. Чижик // Инженер-механик. — 2016. — № 4 (73). — С. 2—6.
4. Хейфец, М. Л. Формирование свойств материалов при послойном синтезе деталей / М. Л. Хейфец. — Новополюк : ПГУ, 2001. — 156 с.

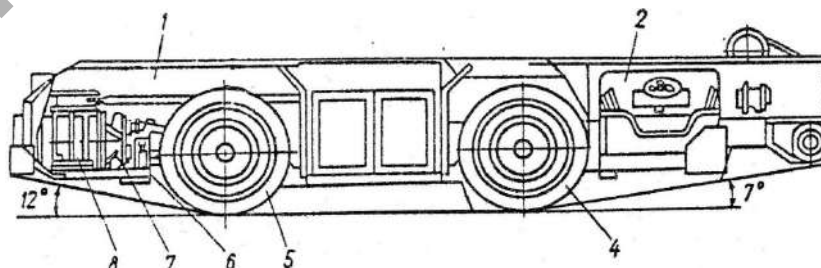
УДК 622.233

Д. В. Григорчик, В.Ф. Барышников, Ю. С. Наривончик

*ЗАО «Солигорский институт проблем ресурсосбережения с опытным производством», Солигорск,
Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАНСМИССИИ ШАХТНОГО САМОХОДНОГО ВАГОНА

Введение. Вагоны самоходные (рисунок 1) изготавливают грузоподъемностью 10...20 т. Они предназначены для транспортирования горной массы в подземных условиях шахт. Элементы трансмиссии подвергаются высоким нагрузкам, так как машины эксплуатируются при экстремальных условиях. Большинство вагонов самоходных обладают ступенчатым переключением передач, чем обусловлено возникновение ударных динамических нагрузок в трансмиссиях [1]. При трогании с места, при торможении и переключении передач возникают рывки, которые являются причиной преждевременных отказов из-за разрушения зубчатых передач.



1 — борт; 2 — кабина; 3 — планетарный редуктор; 4, 5 — передний и задние мосты;
6 — стояночный тормоз; 7 — редуктор; 8 — электродвигатель

Рисунок 1 — Шахтный самоходный вагон 5BC-15M

Целью работы являлась разработка трансмиссии шахтного самоходного вагона, обладающей высокими эксплуатационными характеристиками.

Основная часть. При разработке трансмиссии необходимо было учесть следующие требования, предъявляемые к приводу ходовой части вагона самоходного [2]: плавность при трогании с места и при регулировании скорости, обеспечение наилучших тяговых качеств, обеспечение минимального перераспределения силы тяги по колесам, малый момент инерции, снижающий ударные нагрузки в трансмиссии, реверсирование движения. В качестве типа проектируемой трансмиссии выбрана гидрообъемная — она в полной мере соответствует всем предъявляемым требованиям. Покажем схему гидрообъемной трансмиссии с независимыми приводами (рисунок 2).

В данной трансмиссии колеса приводятся в движение за счет подвода гидравлической жидкости к гидромоторам от насосов, что упрощает и облегчает конструкцию трансмиссии и общую компоновку вагона. Обеспечивается взаимозаменяемость и ремонтпригодность вагона, реверсированное движение.

При движении вагона самоходного на него действуют следующие силы сопротивления: сила аэродинамического сопротивления, сила сопротивления качению, сила сопротивления подъему, сила сопротивления разгону [2].

Сила сопротивления воздуха F_B при движении вагона шахтного самоходного прямо пропорциональна площади его лобовой поверхности и квадрату скорости движения:

$$F_B = kS_B v_{\Sigma}^2,$$

где k — коэффициент обтекаемости, $k = 0,07 \div 0,84$;

S_B — площадь лобовой поверхности вагона шахтного самоходного, m^2 ;

v_{Σ} — суммарная скорость вагона шахтного самоходного и воздуха, m/s [1].

Аэродинамическое сопротивление актуально только при движении машин со скоростью более 20 км/ч, следовательно, при тяговом расчете самоходного вагона аэродинамическое сопротивление не учитывается. Скорость движения груженого вагона самоходного ограничена нормами безопасности и не превышает 8 км/ч.

Коэффициент сопротивления качению f зависит от неровностей дорог, увода колес и давления в шинах.

Сила сопротивления качению

$$F_f = m_a g f,$$

где m_a — масса груженого вагона самоходного, кг.

При движении вагона самоходного шахтного на подъем возникает сила сопротивления подъему, равная составляющей силы тяжести вагона, направленной параллельно плоскости дороги (рисунок 3) [1]:

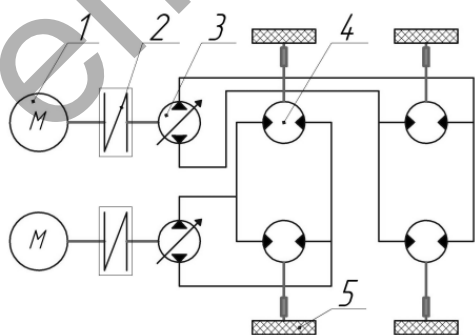
$$F_n = m_a g \sin(\alpha),$$

где α — угол подъема, $^\circ$.

Суммарная сила инерции поступательно движущихся и вращающихся масс, т. е. сила сопротивления при разгоне и замедлении вагона самоходного шахтного. Если вагон самоходный движется с постоянной максимальной скоростью, то сопротивление разгону отсутствует:

$$F_j = \pm \delta_{вр} \cdot m_a \cdot a_{в},$$

где $\delta_{вр}$ — коэффициент инерции вращающихся масс; $a_{в}$ — ускорение (замедление) вагона самоходного шахтного, m/s^2 .



1 — электродвигатель; 2 — муфта; 3 — гидронасос (с регулируемой подачей); 4 — гидромотор; 5 — колесо

Рисунок 2 — Схема гидрообъемной трансмиссии с независимыми электродвигателями

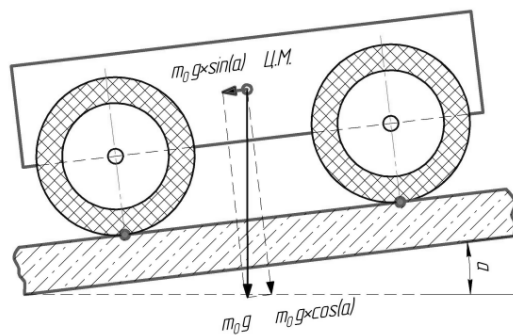


Рисунок 3 — Изображение силы сопротивления подъему

Коэффициент инерции вращающихся масс в общем виде [1]

$$\delta_{вр} = 1 + \frac{J_{я}}{m_a} \cdot \frac{i_{тр}^2 \eta_{тр} z}{R_{к0}^2} + \left(\frac{J_{к2} z_2}{R_{к0}^2} + \frac{J_{к1} z_1}{R_{к0}^2} \right) \frac{1}{m_a},$$

где $J_{я}$ — момент инерции якоря электродвигателя, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$; $i_{тр}$ — передаточное число всей трансмиссии; $\eta_{тр}$ — коэффициент полезного действия трансмиссии ($\eta_{тр} \approx 0,8$); z — количество тяговых двигателей; $J_{к1}$ — момент инерции ведомого колеса, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$; $J_{к2}$ — момент инерции ведущего колеса, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$; z_1 — количество ведомых колес; z_2 — количество ведущих колес.

Расход энергии в ведущих колесах вагона, как и в ведущих колесах автомобилей, сказывается на коэффициенте учета вращающихся масс.

Коэффициент инерции вращающихся масс для случая со всеми ведущими колесами

$$\delta_{вр} = 1 + \left(J_{я} i_{тр}^2 \eta_{тр} z + J_{к2} z_2 \right) \frac{1}{R_{к0}^2 m_a},$$

где z — количество тяговых двигателей; z_2 — число ведущих колес.

Исходные данные для расчета сил сцепления принимаются из справочников, технического задания, нормативных документов, руководств аналогичного оборудования и исходя из опыта эксплуатации.

Для определения силы сцепления и момента сцепления ведущих колес предварительно рассчитана масса груженого самоходного вагона ($m_a = 30\,600$ кг).

Распределение силы тяжести $G_b = m_a g$ на мосты и на каждое колесо в отдельности рассчитывают в зависимости от расположения центра масс. Рекомендуется выполнять компоновку вагона самоходного так, чтобы 60% от общей массы было распределено на ведущий мост. При этом проектируемая трансмиссия обеспечивает полный привод четырех колес.

Если все колеса являются ведущими, то общая сила сцепления определяется по формуле

$$F_{\phi} = m_a g \phi,$$

где ϕ — коэффициент сцепления колеса с опорной поверхностью дороги [2].

$$F_{\phi} = 30\,600 \cdot 9,81 \cdot 0,4 = 120\,074,4 \text{ Н.}$$

Определив общую снаряженную массу и то, как она распределена на мостах самоходного вагона, выполняем подбор шин по каталогам либо по ГОСТ 8430-2003. По табличным данным определяем статический радиус колеса $R_{к0}$. Для вагона самоходного выбраны шины 14.00-24 (ГОСТ 8430-2003), $R_{к0} = 0,630$ м. Если все колеса являются ведущими, то общий момент сцепления колес вагона определяется следующим образом:

$$M_{сц.} = m_a g \phi R_{к0},$$

$$M_{сц.} = 30\,600 \cdot 9,81 \cdot 0,4 \cdot 0,630 = 75\,646,9 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Если силы сопротивления больше сил сцепления, то вагон будет буксовать.

Нами проведены расчеты технических характеристик вагона шахтного самоходного для случаев, когда самоходный вагон движется с максимальной скоростью (без ускорения или торможения) и когда движение происходит при максимальном усилии (таблица 1).

Т а б л и ц а 1 — Технические характеристики оборудования при различных режимах работы

Параметр	Движение при v_{max}	Движения при F_{tmax}
Тяговая сила, Н	33 020,5	94 711
Скорость движения, м / с	2,22	0,69
Момент на мотор-колесе, Н·м	5206,4	14 917
Суммарный тяговый момент, Н·м	20 825,4	59 668
Угловая скорость колес, рад / с	3,52	1,1
Частота вращения колес, об. / мин	33,65	10,5
Мощность на мотор-колесе, Вт	18 326,4	16 337,6
Суммарная мощность моторов, Вт	73 305,6	65 350,4

Заключение. При проектировании трансмиссии вагона самоходного шахтного была предложен тип гидравлической трансмиссии. Ее применение позволит осуществлять плавное трогание вагона самоходного с места, плавное регулирование скорости движения за счет изменения подачи насосов и позволит исключить ударные нагрузки, что улучшит условия труда машиниста. Кроме того, предложенная конструкция обеспечит взаимозаменяемость и ремонтпригодность вагона и реверсивное движение.

Список цитируемых источников

1. Селифонов, В. В. Теория автомобиля : учеб. пособие / В. В. Селифонов, А. Ш. Хусаинов, В. В. Ломакин. — М. : МГТУ «МАМИ», 2007. — 102 с.
2. Осепчугов, В. В. Автомобиль: Анализ конструкций, элементы расчета : учеб. для студентов вузов / В. В. Осепчугов, А. К. Фрумкин. — М. : Машиностроение, 1989. — 304 с.

УДК 621

В. А. Гулер, Ж. И. Гаврилова

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

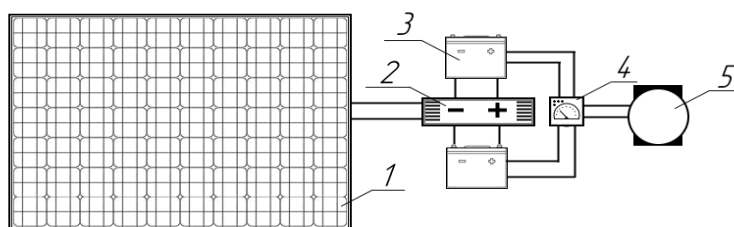
Введение. В машиностроительной отрасли основными потребителями энергии являются печное, печатное, протяжное оборудование, а также различного рода электродвигатели и прессы. Малая эффективность невозобновляемых источников энергии связана с малым коэффициентом полезного действия печей и двигателей внутреннего сгорания, большим количеством отходов при металлообработке, а также с дороговизной топлива. Мероприятия по энергосбережению на металлургических предприятиях подразумевают совершенствование процессов металлообработки и плавки металлов.

В связи с этим высокую популярность получили солнечные батареи, концентраторы и коллекторы. Основная функция солнечных батарей — выработка электроэнергии с помощью фоторезистивных элементов.

Основная часть. В отличие от солнечных батарей, коллекторы используют тепло в качестве катализатора для получения электроэнергии. Поэтому использование их на предприятиях крайне неэффективно ввиду больших потерь и дороговизны самих коллекторов. В свою очередь солнечные батареи могут использоваться в качестве ферм для получения электроэнергии по принципу их взаимного соединения в одно большое устройство, называемое концентратором. Такие солнечные фермы получили широкое распространение в странах Европы, где количество солнечных дней в году многократно превышает количество пасмурных дней, таких как Италия, Испания, Франция. Однако следует заметить, что энергия, как и любой вид ресурса, является накапливаемой, что позволяет аккумулировать ее локально и использовать при необходимости. Целью данной научной статьи является исследование возможности использования солнечных батарей как альтернативного источника энергии на машиностроительных предприятиях.

Солнечная панель состоит из ячеек Гретцеля, представляющих собой сенсibilизированные красителем солнечные элементы [1]. Они используют органический краситель как конденсатор, поглощающий солнечную энергию и производящий электроны. Коэффициент полезного действия таких ячеек составляет 10—15% в зависимости от срока эксплуатации.

Системы солнечных батарей имеют название «он-грид», поскольку в 95% случаев расположены сеткой. Такой принцип использования позволяет максимально аккумулировать получаемую энергию при минимальном использовании площади. При занимаемой площади более 500 м² такие системы называют солнечными электростанциями (далее — СЭС). Они состоят из блока солнечных батарей, зарядного устройства, аккумулятора, инвертора и электродвигателя (рисунок 1).



1 — блок солнечных батарей; 2 — зарядное устройство; 3 — аккумуляторные батареи;
4 — инвертор; 5 — электродвигатель

Рисунок 1 — Принципиальная схема работы СЭС