

УДК 621.791

ПРИВОД УСТАНОВКИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ НАПЛАВКИ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

**М.П. КУЛЬГЕЙКО, И.В. ГРИНКЕВИЧ,
С.И. КРАСЮК, С.В. РОГОВ**

*Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого»,
Республика Беларусь*

Введение. Работоспособность узлов машин и механизмов в экстремальных условиях эксплуатации во многом определяется состоянием поверхностного слоя детали. Широкий спектр требований к физико-механическим и электрохимическим характеристикам поверхностей деталей обуславливает поиск эффективных способов упрочнения. Одним из таких методов упрочнения является электромагнитная наплавка (ЭМН).

Постановка задачи. Эксплуатационные свойства электромагнитных покрытий зависят от сплошности и однородности наносимого слоя, которые находятся в прямой зависимости от стабильности работы установки электромагнитной наплавки.

В работе поставлена задача повышения стабильности процесса ЭМН за счёт совершенствования конструкции привода осциллирующего движения установки.

Результаты исследования. На основании результатов испытаний, приведенных в работе [1], и анализа обобщенной модели устройства электромагнитной наплавки, выбрана конструкция устройства, наиболее полно отвечающая требованиям практического применения и простоты исполнения (рис. 1). Задача повышения стабильности процесса электромагнитной наплавки решалась путём непрерывного согласования подачи порошка в рабочую зону с величиной рабочего зазора.

Устройство для упрочнения, выполненное по схеме с осциллирующим движением полюсного наконечника, имеет механизм кинематической связи наконечника с дозирующим устройством. Кинематическая связь дозирующего приспособления бункерного типа с сердечником образована упругим линейным элементом, один конец которого закреплён на электрически изолированном основании, а другой – на дозирующем приспособлении. Упругая центробежная муфта соединяет привод установки для ЭМН с валом электродвигателя.

При каждом цикле возвратно-поступательного движения сердечника происходит деформация линейного упругого элемента, что приводит к подаче в зазор повышенной порции ферропорошка в моменты, когда размер рабочего зазора стремится к минимальному. При увеличении подачи порошка в рабочем зазоре образуется большее количество цепочек частиц порошка и вследствие этого увеличивается масса и сплошность покрытия, что подтверждается ранее выполненными исследованиями [1].

Соединительный механизм установки ЭМН с приводом через эксцентрик, по сути, является вибрационной машиной одномассной динамической схемы с принудительным приводом [2]. Часто при работе вибрационной машины могут возникать

дополнительные упругие колебания. Они нарушают нормальный ход процесса наплавки, снижая его стабильность. Чтобы этого избежать, применяют упругие муфты.

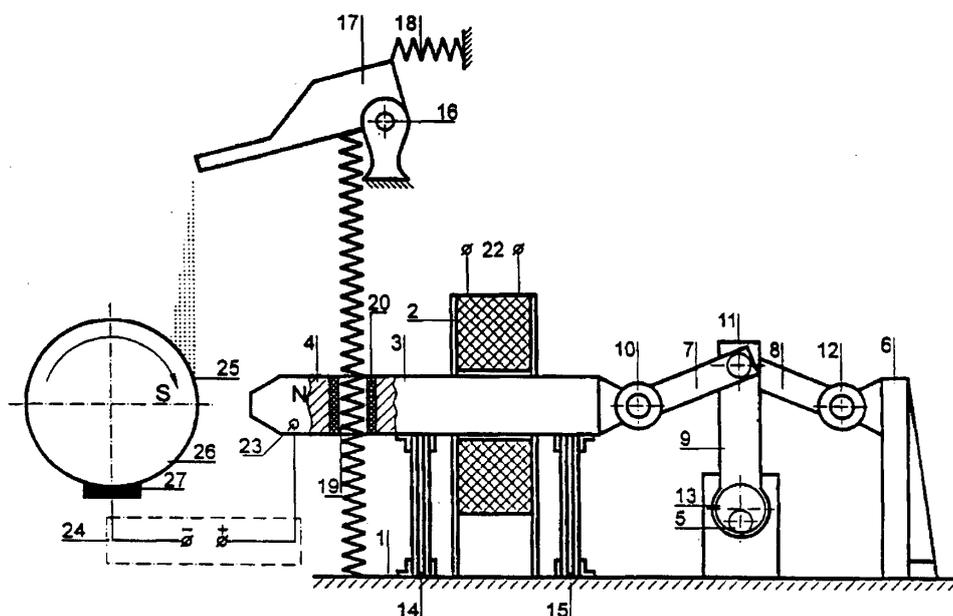


Рис. 1. Схема устройства для электромагнитной наплавки: 1 – электрически изолированное основание; 2 – катушка; 3 – сердечник; 4 – полюсный наконечник; 5 – выходной вал двигателя; 7, 8, 9 – рычаги; 10, 11, 12 – шарниры; 13 – эксцентрик; 6, 14, 15, 16 – опоры; 17 – дозирующее приспособление; 18 – пружина; 19 – вертикальное отверстие; 20 – диэлектрическая втулка; 21 – линейный упругий элемент; 22, 23 – контакты; 24 – источник тока; 25 – поверхность детали; 26 – деталь; 27 – скользящий контакт

Конструкции известных муфт, например, муфта инженера Г.Т. Рыбчевского [3], имеют низкую нагрузочную способность из-за ограничения по коэффициенту трения пары «полумуфта-лента».

Задача заключается в повышении нагрузочной способности муфты при сохранении ее габаритных размеров, упругих свойств и относительной простоты конструкции.

Это достигается применением в муфте эластичной ленты с клиновыми выступами (рис. 2). На цилиндрических внутренних поверхностях полумуфт выполнены кольцевые канавки с профилем, соответствующим профилю клиновых выступов на эластичной ленте. Клиновые выступы размещены в кольцевых канавках с опорой на их боковые поверхности, а это позволяет повысить площадь фактического контакта между лентой и внутренними поверхностями полумуфт. Высота клиновых выступов и глубина кольцевых канавок на внутренних поверхностях полумуфт подбираются таким образом, чтобы отсутствовал контакт торцов выступов на ленте с торцовыми поверхностями канавок.

Муфта работает следующим образом. При вращении ведущей полумуфты 1 силами трения увлекается и начинает вращаться эластичная клиноременная лента 3, которая боковыми поверхностями своих выступов прижимается к боковым поверхностям клиновых кольцевых канавок полумуфт 1 и 2 центробежной силой, за счет чего возникает момент сил трения M_{mp} , вращающий ведомую полумуфту 2:

$$M_{mp} = m \cdot f' \cdot \omega^2 \cdot R^2, \quad (1)$$

где m – масса ленты; ω – угловая скорость ленты; R – средний радиус цилиндрической поверхности ленты; f' – приведенный коэффициент трения клиноременной ленты,

$$f' = \frac{f}{\sin\left(\frac{\varphi}{2}\right)}; f - \text{коэффициент трения эластичной ленты о поверхность полумуфта (для}$$

пары «резина-чугун» $f = 0,6$); φ – угол клина выступов клиноременной ленты.

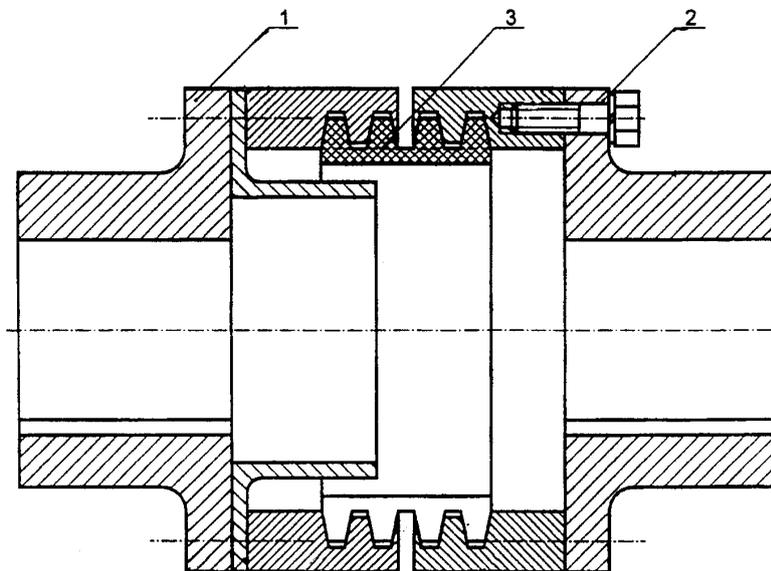


Рис. 2. Упругая центробежная муфта: 1 – ведущая полумуфта; 2 – ведомая полумуфта; 3 – эластичная клиноременная лента

Для стандартных клиновых ремней $\varphi = 40^\circ$, тогда

$$f' = \frac{f}{\sin\left(\frac{\varphi}{2}\right)} \approx 3 \cdot f,$$

при этом предельная мощность, передаваемая муфтой,

$$N = M_{mp} \cdot \omega. \quad (2)$$

При возникновении динамических моментов при запуске и работе силовой передачи ($M_{дин} > M_{mp}$) лента 3 будет проскальзывать в канавках полумуфт, чем предохранит передачу от перегрузок.

Так как момент сил трения в предложенной муфте

$$M_{mp} = f' \cdot m \cdot \omega^2 \cdot R^2 = 3 \cdot f \cdot m \cdot \omega^2 \cdot R^2 = 3 \cdot M'_{mp},$$

где M'_{mp} – момент сил трения в муфте Рыбчевского, то предельный момент и предельная мощность муфты при одинаковых параметрах муфт и фиксированной частоте вращения в предложенной муфте в три раза превышает предельный момент и предельную мощность муфты Рыбчевского. Так, например, предлагаемая муфта с диаметром $D = 0,05$ м при линейной плотности ленты $q = 2$ кг/м и частоте вращения $n = 720$ об/мин может передавать мощность 1,5 кВт, в то время как муфта Рыбчевского при таких же условиях способна передавать мощность 0,5 кВт.

Применение предложенной конструкции позволяет уменьшить средний диаметр ленты, а, следовательно, и габариты муфты при одинаковых применяемых материалах и угле клина выступов клиноременной ленты $\varphi = 40^\circ$ (стандартный).

Предельный момент, передаваемый предложенной муфтой, определяется выражением (1).

С учетом того, что масса ленты $m = q \cdot 2 \cdot \pi \cdot R$,

$$M_{mp} = 2 \cdot q \cdot \pi \cdot f' \cdot \omega^2 \cdot R^3,$$

где q – линейная плотность ленты.

Предельная мощность, передаваемая муфтой,

$$N = M_{mp} \cdot \omega = 2 \cdot q \cdot \pi \cdot f' \cdot \omega^3 \cdot R^3,$$

Средний диаметр клиноременной ленты определяется выражением

$$D = 2 \cdot R = 2 \cdot \sqrt[3]{N / (f' \cdot q \cdot 2 \cdot \pi \cdot \omega^3)} = \sqrt[3]{4 \cdot N / f' \cdot q \cdot \pi \cdot \omega^3},$$

плоской ленты

$$D_p = \sqrt[3]{4 \cdot N / f \cdot q \cdot \pi \cdot \omega^3}.$$

Определим, на сколько процентов предлагаемое изменение конструкции позволяет уменьшить диаметр муфты при сохранении ее нагрузочной способности:

$$\begin{aligned} \frac{D_p - D}{D_p} \cdot 100 \% &= \frac{\sqrt[3]{4 \cdot N / f \cdot q \cdot \pi \cdot \omega^3} - \sqrt[3]{4 \cdot N / f' \cdot q \cdot \pi \cdot \omega^3}}{\sqrt[3]{4 \cdot N / f \cdot q \cdot \pi \cdot \omega^3}} \cdot 100 \% = \\ &= \left(1 - \sqrt[3]{\frac{1}{3}}\right) 100 \approx 30 \%. \end{aligned}$$

Таким образом, применение в муфте эластичной ленты с клиновыми выступами позволяет увеличить нагрузочную способность муфты при сохранении ее габаритных размеров либо уменьшить габаритные размеры муфты при сохранении нагрузочной способности (таблица 1).

Таблица 1

Зависимость нагрузочной способности предложенной муфты от угла клина выступов клиноременной ленты φ

$\varphi, ^\circ$	f'	Повышение нагрузочной способности, раз
40	1	1,0
29	4/3	1,3
19	2	2,0

Следует также отметить, что в отличие от клиноременных передач, где увеличение массы ленты снижает тяговую (нагрузочную) способность из-за того, что центробежная сила отрывает ленту от шкива, из формулы (1) видно, что предельный момент предложенной муфты, т. е. ее нагрузочная способность возрастает с увеличением массы ленты. Кроме того, скорости клиновых ремней ограничены (до 40 м/с)

из-за роста центробежных сил, нагрева и образования воздушных подушек, чего не наблюдается в предложенной конструкции.

Заключение. Предложенное конструкторское решение позволяет уменьшить габаритные размеры муфты до 30 % при сохранении ее нагрузочной способности. Применение данной муфты в приводе осциллирующего движения установки ЭМН способствует повышению стабильности процесса наплавки.

Литература

1. Гринкевич И.В., Кульгейко М.П., Рогов С.В. Устройство для электромагнитной наплавки наружных цилиндрических поверхностей //Материалы, технологии, инструменты. – 2000. – № 2. – С. 100-102.
2. Вибрации в технике: Справочник. Вибрационные процессы и машины /Под ред. Э.Э. Лавендела. – М: Машиностроение, 1981. – 509 с.
3. Поляков В.С., Барбяш И.Д. Муфты. Конструкция и расчет. – Л.: Машиностроение, 1981. – 400 с.

Получено 19.12.2001 г.