

УДК 625.173

*А. Л. ЛАЕВСКИЙ, А. В. ХВЕСЮК, В. Л. МОИСЕЕНКО*

*Белорусский государственный университет транспорта, Гомель*

## **ЗВЕНОСБОРОЧНАЯ ЛИНИЯ НА КОМБИНИРОВАННОМ ХОДУ**

С целью увеличения мобильности, маневренности и производительности предложено агрегат для сборки рельсошпальной решетки железнодорожного пути размещать на двух прицепах, предназначенных для перемещения его по автодорогам общего назначения, которые дополнительно оснащены комбинированным ходом для передвижения по железнодорожным путям. Выполнены расчеты некоторых узлов рассматриваемой звеносборочной линии.

Сборка рельсошпальной решетки железнодорожного пути представляет собой весьма трудоемкую процедуру. Поэтому разрабатываются различные технические решения, позволяющие увеличить производительность звеносборочных линий [1]. Так в патенте [2] предложена линия для сборки рельсошпальной решетки железнодорожного пути, которая включает параллельно расположенные в подкрановом пространстве прямой и обратный стенды для размещения на них материалов звена, а также специальные направляющие, по которым перемещаются автономные агрегаты технологического оборудования. Для обеспечения движения названных агрегатов по замкнутой трассе без участия кранов в конструкцию введены специальные возвратно-поворотные устройства.

В поточную линию, которая содержит прямой и обратный потоки перемещения тележек-спутников, в работе [3] предложено включить механизм, позволяющий осуществлять перемещения на шаг эпюры набираемого комплекта шпал с точной фиксацией каждого шага.

В изобретении [4] представлен звеносборочный комплекс, содержащий два прицепа с пневмоколесами, сверлильный и пришивочный станки, установленные на одном из прицепов, конвейер для подачи шпал, сборочный станок, конвейер перемещения шпал в процессе сборки, устройства для подачи рельсов и отвода звеньев железнодорожного пути. Комплекс содержит также конвейер-накопитель шпал, установленный на первом прицепе, а также сборочный станок и конвейер перемещения шпал, размещенные на втором прицепе. Использование прицепов с пневмоколесами позволяет сократить время на монтаж и демонтаж звеносборочного комплекса, обеспечить его мобильность.

Нами предлагается новая технологическая схема звеносборочной линии на комбинированном ходу для сборки звеньев железнодорожного пути с железобетонными шпалами и клеммным типом скреплений, а также с деревян-

ными шпалами и костыльными скреплениями, которая может быть использована при строительстве, капитальном ремонте и восстановлении железнодорожного пути (рисунок 1). Она может монтироваться стационарно на звеносборочных базах, а также транспортироваться и устанавливаться, например, в зонах восстановления разрушенного железнодорожного пути. В качестве тягача используется автомобиль на базе “МАЗ-6303”.

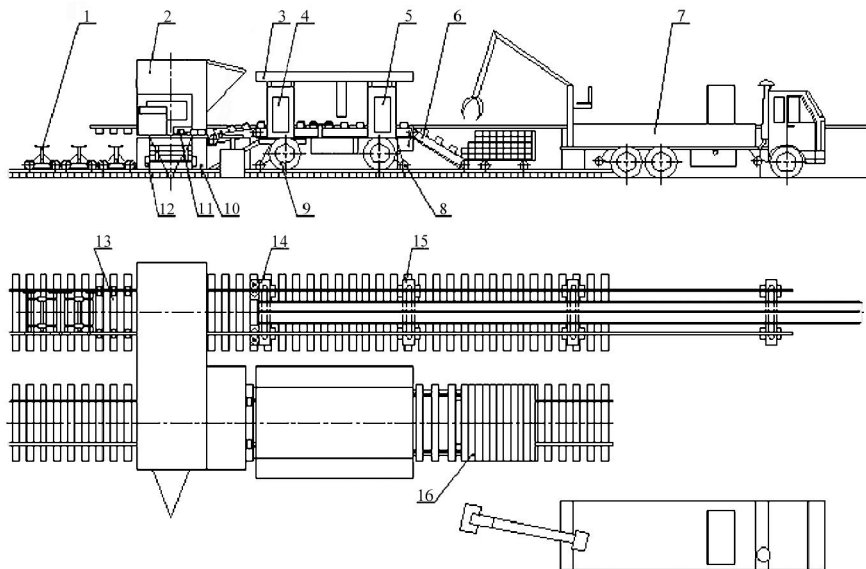


Рисунок 1 – Звеносборочная линия:

1 – приемные тележки; 2 – сборочный модуль; 3 – пришивочный модуль; 4 – пришивочный станок; 5 – сверлильный станок; 6 – конвейер; 7 – тягач; 8 – комбиход пришивочного модуля; 9 – пневмоход пришивочного модуля; 10 – пневмоход сборочного модуля; 11 – поперечный конвейер; 12 – комбиход сборочного модуля; 13 – готовое звено; 14 – механизм подачи рельса; 15 – роликовая опора; 16 – шпалопитатель

Звеносборочная линия содержит пришивочный модуль 3, который представляет собой прицеп с пневмоколесами 9 для передвижения по автомобильным дорогам общего назначения и дополнительно включает колесные пары комбихода 8 для передвижения к месту расположения по железнодорожным путям. Это нововведение позволяет увеличить маневренность и свободу действий линии. Для перехода с обычной дороги на рельсы модулю специальных приспособлений не требуется. Он способен перемещаться по железнодорожным переездам или по насыпям. На железнодорожных путях из-под кузова модуля опускается колесная пара и звеносборочная линия готова к транспортировке. На пришивочном модуле установлены сверлильный 5 и пришивочный станок 4. Они выполнены с раздвижными рамами для про-

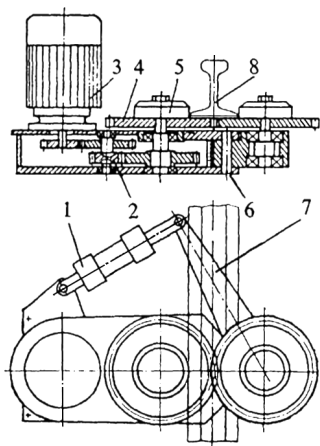


Рисунок 2 – Механизм подачи рельсов:

1 – гидроцилиндр; 2 – редуктор;  
3 – электродвигатель; 4 – зубчатая передача; 5 – ролики; 6 – ось;  
7 – рычаг; 8 – рельс

Сила  $F$ , которая необходима для перемещения рельсов по рельсовой эстакаде, передается рельсу от приводных роликов, зажимающих подошву рельса, и может быть рассчитана по формуле

$$F = G_p f = 16000 \cdot 0,15 = 2400 \text{ Н},$$

где  $G$  – вес одного рельса, Н;  $f$  – коэффициент трения качения,  $f = 0,15$ .

Сила давления роликов на рельс  $R$  определяется из условия обеспечения силы тяги  $F$ :

$$R = \frac{F}{f'} = \frac{2400}{0,08} = 30000 \text{ Н},$$

где  $f'$  – коэффициент трения во фрикционной передаче,  $f' = 0,08$ .

Силу  $P$ , развиваемую гидроцилиндром, находим из условия равновесия рычага (см. рисунок 3)

$$P = \frac{Ra \cos \alpha}{b} = \frac{30000 \cdot 0,4 \cdot \cos 45^\circ}{0,3} = 28000 \text{ Н},$$

где  $a$ ,  $b$  – плечи рычага.

пуска шпал через станки при сборке звеньев железнодорожного пути и перевода модуля 3 в транспортное положение (для размещения его в автодорожном габарите).

Целью представленной работы является определение некоторых параметров оборудования предлагаемой звеносборочной линии, позволяющих обеспечить технологический процесс ее работы.

Одним из важнейших механизмов, определяющих производительность и качество работы комплекса, является механизм подачи рельса (рисунок 2). Он позволяет осуществить прием двух рельсов, установку их по угольнику или с забегом и подачу в сборочный станок. Подача рельсов в сборочный станок обеспечивается двумя парами приводных роликов (рисунок 3). Определим значения параметров, при которых обеспечивается требуемая производительность механизма.

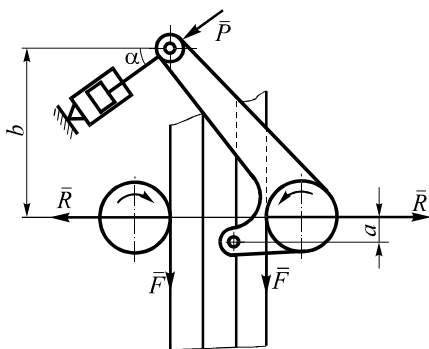


Рисунок 3 – Схема зажима рельса при подаче в сборочный станок

Выбирая рабочее давление  $p = 16$  МПа, площадь поршня гидроцилиндра находим из соотношения

$$S_3 = \frac{F}{p\eta_{\text{мц}}\eta_{\text{га}}} = \frac{28000}{16 \cdot 10^6 \cdot 0,85 \cdot 0,9} = 0,0023 \text{ м}^2,$$

где  $S_3$  – эффективная площадь поршня гидроцилиндра,  $\text{м}^2$ ;  $F$  – сила на штоке, Н;  $p$  – рабочее давление, Па;  $\eta_{\text{мц}}$  – механический КПД гидропривода;  $\eta_{\text{га}}$  – гидравлический КПД гидроаппаратуры.

Соответственно диаметр поршня гидроцилиндра

$$D = \sqrt{\frac{4S_3}{\pi(1-\alpha^2)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0023}{3,14 \cdot (1-0,7^2)}} = 0,075 \text{ м},$$

где  $\alpha$  – отношение диаметра поршня к диаметру штока ( $\alpha = d/D$ ), при давлении  $p = 16$  МПа принимается  $\alpha = 0,7$ . Полученные значения показывают, что в рассматриваемом механизме целесообразно применить гидроцилиндр 1.1–80×125 по ГОСТ 6540-68.

Потребные мощности оборудования, входящего в механизм подачи рельсов:  
– электродвигателя приводных роликов

$$N = \frac{Fv}{\eta} = \frac{2400 \cdot 0,2}{0,9} = 530 \text{ Вт},$$

где  $v$  – скорость на ободу роликов, м/с;  $\eta$  – КПД передачи;  
– на привод гидроцилиндра механизма подачи рельса:

$$N = \frac{28000 \cdot 0,05}{0,92} = 1520 \text{ Вт}.$$

Особенностью предлагаемой звеносборочной линии является наличие комбихода. Выполним расчет мощности насосных установок, обеспечивающих его работу, используя соотношение

$$N = K_{\text{зп}} K_{\text{зс}} N_{\text{гц}} z,$$

где  $K_{\text{зп}}$  – коэффициент запаса по силе,  $K_{\text{зп}} = 1,1$ ;  $K_{\text{зс}}$  – коэффициент запаса по скорости,  $K_{\text{зс}} = 1,1$ ;  $N_{\text{гм}}$  – мощность гидромотора, кВт;  $N_{\text{гц}}$  – мощность гидроцилиндра, кВт;  $z$  – количество соответствующих гидроцилиндров.

Мощность гидроцилиндра комбихода пришивочного модуля

$$N_1 = \frac{Rv}{\eta} = \frac{30000 \cdot 0,05}{0,92} = 1630 \text{ Вт},$$

где  $v$  – потребная скорость штока, м/с;  $\eta$  – КПД привода,  $\eta \approx 0,92$ .

Соответственно мощность на привод четырех гидроцилиндров

$$N_{\text{п}} = 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,63 \cdot 4 = 7,9 \text{ кВт}.$$

Аналогично для сборочного модуля

$$N_1 = \frac{Fv}{\eta} = \frac{45 \cdot 10^3 \cdot 0,05}{0,92} = 2440 \text{ Вт}; N_{\text{сб}} = 1,1 \cdot 1,1 \cdot 2,44 \cdot 4 = 11,8 \text{ кВт.}$$

Выполненные расчеты по сравнению энергоэффективности предлагаемой линии и стационарной звеносборочной линии ЗЛХ-800 показывают, что в результате разработки мобильной линии снизились суммарная мощность энергоустановок и суммарная масса оборудования, что привело к снижению удельных показателей энергоемкости и металлоемкости по сравнению со стационарными звеносборочными линиями (таблица 1).

Таким образом, в результате использования предлагаемого технического решения наряду с появлением возможности передвижения линии не только по автодорогам общего назначения, но и по железной дороге, повышается производительность работы, снижаются затраты времени на монтаж и демонтаж комплекса.

Таблица 1 – Удельные показатели работы звеносборочных линий

Показатель	ЗЛХ-800	Мобильная линия
Энергоемкость работы, кВт·ч/м	7,04	1,78
Металлоемкость, кг/м	280	200
Энергоемкость единицы продукции, кВт·ч/м	0,8	0,23

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Звеносборочные и звеноразборочные комплексы производственных баз ПМС:** учеб. пособие для вузов ж.-д. транспорта / Ю. А. Гамоля и [др.]. – М.: Маршрут, 2006. – 208 с.

2 **Линия для сборки звеньев рельсошпальной решетки железнодорожного пути:** пат. № 2293813 Российская Федерация, МПК (2006.1) Е 01В 29/24 / А. И. Марголин, Б. Г. Тонконогов, И. Ф. Скрипачев, С. В. Саксонин; патентообладатель ФГУП Научно-внедренческий центр «Путевые машины». – № 2005131677/11; заявл. 12.10.2005; опублик. 20.02.2007 // Официальный бюл. / Федеральная служба по интеллектуал. собств., патентам и тов. знакам. – 2007. – № 5.

3 **Поточная линия для сборки звеньев путевой решетки железнодорожного пути:** пат. № 2436886 Российская Федерация, МПК (2006.01) Е 01В 29/24 / Б. Г. Тонконогов, С. В. Саксонин, Е. Б. Осадчук; патентообладатель ОАО «Российские железные дороги». – № 2010122648/11; заявл. 03.06.2010; опублик. 20.12.2011 // Официальный бюл. / Федеральная служба по интеллектуал. собств., патентам и тов. знакам. – 2011. – № 35.

4 **Звеносборочный комплекс:** пат. № 2167972 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> Е 01В 29/24 / В. И. Лемешко, П. В. Власов, Н. М. Шишков, П. А. Силачев; патентообладатель Войсковая часть 44535. – № 2000103000/28; заявл. 10.02.2000; опублик. 27.05.2001 // Официальный бюл. / Российское агентство по патентам и тов. знакам. – 2001. – № 14.

## **ELEMENT COLLECTING LINE OPERATING AT A COMBINED COURSE**

In order to increase the mobility, maneuverability and performance it was suggested to place the unit for assembling railway track rail grid on two trailers which are designed for its movement along the general-purposed automobile roads and are additionally equipped with a combined course for the railway tracks movement. The calculations for some nodes of the considered element collecting line were performed.

Получено 10.10.2013

**ISSN 2227-1104. Механика. Научные исследования  
и учебно-методические разработки. Вып. 7. Гомель, 2013**

---

УДК 539.374

*Д. В. ЛЕОНЕНКО*

*Белорусский государственный университет транспорта, Гомель*

## **РЕЗОНАНСНЫЕ КОЛЕБАНИЯ КРУГОВЫХ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СИНУСОИДАЛЬНЫХ НАГРУЗОК**

Исследованы осесимметричные вынужденные колебания упругой круговой трехслойной пластины, скрепленной с упругим основанием, под действием резонансных синусоидальных нагрузок. Для описания кинематики несимметричного по толщине пакета приняты гипотезы ломаной нормали. Упругое основание описывается моделью Винклера. Заполнитель – легкий. Проведен численный анализ решений. Результаты сопоставлены со случаем локальной поверхностной нагрузки прямоугольной формы.

**Введение.** Широкое применение трехслойных конструкций в современных отраслях промышленности обуславливает необходимость разработки методов их расчета. Результаты, связанные с колебаниями круговых трехслойных пластин, получены в работах [1, 2]. Статическое деформирование трехслойных конструкций на упругом основании рассмотрено в [3]. Колебание трехслойного стержня на упругом основании исследовано в статье [4]. Здесь рассматриваются малые осесимметричные поперечные колебания несимметричной по толщине упругой трехслойной круговой пластины, возбужденные резонансными нагрузками синусоидальной формы.

**1 Постановка задачи.** Решение задачи приводится в цилиндрической системе координат  $r, \varphi, z$ . Заполнитель считаем легким, т. е. пренебрегаем его работой в тангенциальном направлении. Внешняя вертикальная нагрузка не зависит от координаты  $\varphi$ :  $q = q(r, t)$ . К наружной грани второго несущего