

Прочностные свойства цемента существенно зависят от характера порового пространства. Наибольшее отрицательное влияние оказывают микропоры крупнее 100 мкм и сквозные капилляры, меньшее — замкнутые поры. При одинаковой пористости прочность снижается с увеличением числа пор. Большое значение имеет также расположение частиц коры в объеме блока. При плоском расположении частиц, особенно крупных (более  $10 \times 10 \times 10$  мм), площадь, занимаемая цементно-песочной смесью, возрастает и увеличивается общая прочность. Это свидетельствует об эффективности вибротрамбовки при формовке изделий из коробетона.

Анализ рассмотренных фазовых превращений рабочего раствора свидетельствует о существенной активности водной среды (кристаллической и ионной) при превращении теста в камень. Часть влаги, находящейся в порах коры, также вступает во взаимодействие с активными элементами, что способствует саморегуляции гидроксильной и водородной среды, а также вызывает высыхание частиц, их уплотнение и усадку коробетона до 3 %.

Процесс фазовых превращений коробетона в комнатных условиях (при температуре воздуха  $20 \pm 2$  °С и влажности 60 %) завершается через 25...28 сут. К этому времени стабилизируется плотность и влажность коробетона, а прочность на сжатие достигает 75...100 % конечного значения.

На основе выполненных исследований разработаны оптимальные режимы подготовки коробетонного теста и формирования блоков с применением механической вибротрамбовки, а также подтверждены основные положения теории схватывания цемента при использовании пористого заполнителя и обоснованы пути управления процессом с помощью химических присадок.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бызов В. И. Коробетон как строительный материал // Деревообраб. пром-сть. — 1990. — № 12. — С. 33—34. [2]. Кудрявцева Т. В., Кудряшов И. В., Тимашов В. В. Физическая химия вяжущих материалов. — М.: Высш. школа, 1989. — 384 с.

Поступила 2 августа 1991 г.

УДК 629.114.3.001.2

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРИЦЕПА-РОСПУСКА ЛЕСОВОЗНОГО АВТОПОЕЗДА НА ТРАЕКТОРИИ ПОВОРОТА

А. В. ЖУКОВ, О. В. ПЕТРОВИЧ

Белорусский технологический институт

Лесовозные автопоезда относятся к длиннобазным транспортным средствам с колесами прицепа-ропуска, управляемыми под воздействием тросов крестообразной сцепки на поворотную тележку. Исследование работы системы управления лесовозного автопоезда [2, 5] позволили установить кинематические зависимости, определяющие передаточное отношение тросового привода прицепа-ропуска и использованные при моделировании криволинейного движения последнего.

Подробный анализ кинематики криволинейного движения длиннобазного автопоезда дан в работе [3]. Траектория середины ведущего моста тягача принята за основную. С помощью сложных параметрических интегральных уравнений показана связь между координатами ее точек и поступательной скоростью тягача с учетом угловой скорости поворота управляемых колес. Траектории всех других точек звеньев

автопоезда, в том числе их центры тяжести, определяются относительно основной.

Практическое использование подобных параметрических уравнений затруднительно, так как они интегрируются только в рядах [3]. Кроме того, расчет ведется с определенными допущениями, влияющими на достоверность результатов. Поэтому для практического использования рекомендуется графоаналитический метод исследования кинематики криволинейного движения автопоезда, в основе которого лежит теорема Шаля о перемещении плоской фигуры. Однако предложенный способ очень трудоемок.

В нашей работе выводятся кинематические уравнения криволинейного движения прицепа-ропуска лесовозного автопоезда в форме, удобной для расчетов на ЭВМ, являющиеся дальнейшим развитием кинематического анализа маневренных свойств лесовозных автопоездов [2, 5].

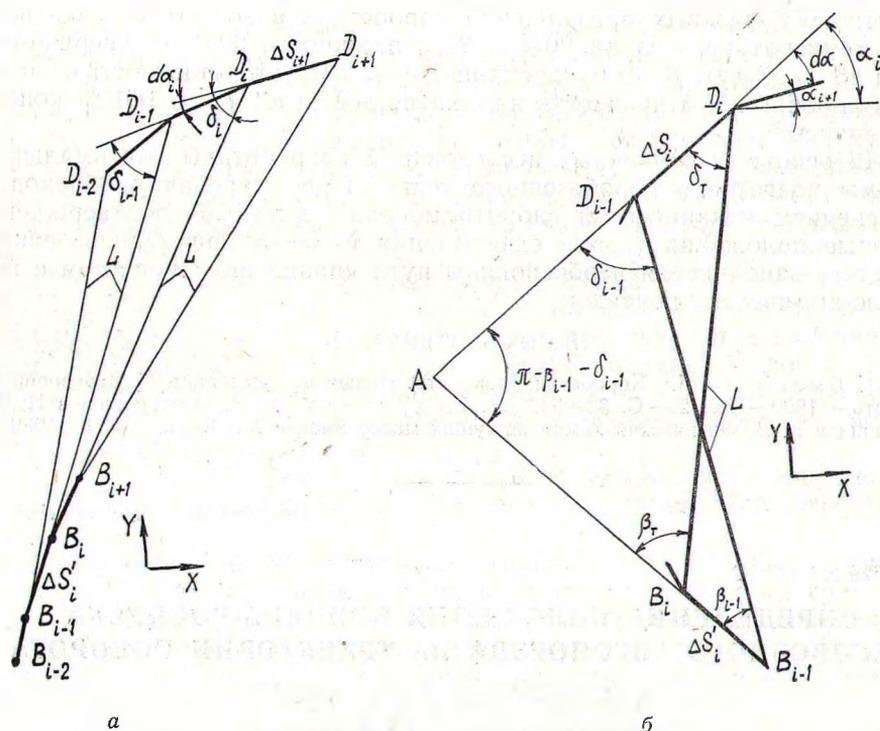


Рис. 1. Кинематическая схема движения прицепа-ропуска с неуправляемыми (а) и управляемыми (б) колесами

Первоначально рассмотрим криволинейное движение автопоезда с прямой сцепкой, т. е. случай неуправляемых колес прицепа-ропуска (рис. 1, а). Буксирное устройство в горизонтальной плоскости расположено посередине заднего моста тягача. Длина базы прицепного звена автопоезда  $L_n$  совпадает с расстоянием  $L$  между серединой заднего моста тягача и коником прицепа-ропуска. Функция основной траектории  $Y = f(X)$  и начальное значение угла складывания автопоезда известны. Разделим основную траекторию  $S$  автопоезда на элементарные участки  $\Delta S_i$ . Каждому участку  $\Delta S_i$  соответствует участок  $\Delta S'_i$  траектории прицепа-ропуска, расположенный вдоль продольной оси прицепного звена автопоезда. За линию движения  $S'$  прицепа-ропуска

принимая траекторию вертикального шкворня коника. Определяем угол складывания автопоезда на участке  $\Delta S_i$ :

$$\delta_i = \widehat{D_{i-1}D_iB_i} - d\alpha_i,$$

где  $d\alpha_i$  — приращение угла наклона касательной к основной траектории  $S$  в точке  $D_i$ ,

$$d\alpha_i = \frac{Y''}{1 + Y'^2} dX.$$

По теореме синусов находим угол  $D_{i-1}D_iB_i$ :

$$\widehat{D_{i-1}D_iB_i} = \delta_{i-1} - \arcsin\left(\frac{\Delta S_i}{L} \sin(\pi - \delta_{i-1})\right).$$

Таким образом, угол складывания автопоезда с прямой сцепкой при движении по заданной траектории определяем по формуле

$$\delta_i = \delta_{i-1} - \arcsin\left(\frac{\Delta S_i}{L} \sin(\pi - \delta_{i-1})\right) - d\alpha_i.$$

Уравнение кинематической связи между  $S$  и  $S'$  имеет вид

$$\Delta S'_i = L - \sqrt{\Delta S_i^2 + L^2 - 2\Delta S_i L \cos \delta_{i-1}}.$$

Усложним задачу и рассмотрим кинематику криволинейного движения автопоезда с управляемыми колесами прицепа-ропуски (рис. 1, б). За малый промежуток времени  $\Delta t$  звенья автопоезда совершают перемещения  $\Delta S$  и  $\Delta S'$ . Значение угла  $\beta$  поворота управляемых колес прицепа-ропуски зависит от угла  $\delta$  складывания автопоезда [2, 5]. Точка  $A$  пересечения направлений движений тягача и прицепа-ропуски является мгновенным центром вращений ведущего и ведомого звеньев автопоезда. Перемещения  $\Delta S_i$  и  $\Delta S'_i$  характеризуют поступательное, а угол  $D_iAB_i$  — вращательное движение звеньев автопоезда относительно точки  $A$ . Угол мгновенного поворота определяем по формуле

$$\widehat{D_iAB_i} = \pi - \beta_{i-1} - \delta_{i-1}.$$

На основании кинематической схемы (рис. 1, б), используя тригонометрические зависимости, устанавливаем основные закономерности движения звеньев автопоезда при  $\Delta t \rightarrow 0$ . Координаты и угол мгновенного центра  $A$  перемещения звеньев автопоезда остаются неизменными.

Находим значения углов  $\beta_\tau$  и  $\delta_\tau$ , определяющих положение прицепа-ропуски относительно участка  $\Delta S_i$  основной траектории:

$$\beta_\tau = \arcsin\left(\sin \beta_{i-1} + \frac{\Delta S_i}{L} \sin(\beta_{i-1} + \delta_{i-1})\right);$$

$$\delta_\tau = \pi + \beta_{i-1} + \delta_{i-1} + \arcsin\left(\sin \beta_{i-1} + \frac{\Delta S_i}{L} \sin(\beta_{i-1} + \delta_{i-1})\right).$$

Определяем перемещение  $\Delta S'_i$  прицепа-ропуски и угол складывания автопоезда при движении тягача по основной траектории на участке  $\Delta S_i$ :

$$\Delta S'_i = \frac{L}{\sin(\pi - \beta_{i-1} - \delta_{i-1})} (\sin \delta_{i-1} - \sin \delta_\tau);$$

$$\delta_i = \delta_\tau + d\alpha.$$

Приращение угла складывания автопоезда в случае  $\Delta t \rightarrow 0$  составляет

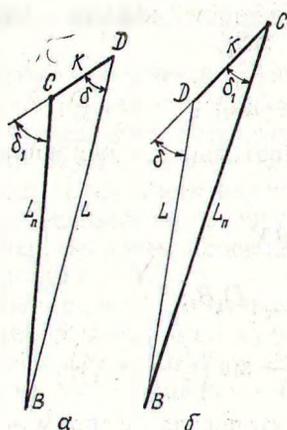


Рис. 2. Кинематическая схема взаимодействия звеньев лесовозных автопоездов: а — МАЗ-509А + ТМЗ-803; б — МАЗ-5434 + ГКБ-9362

$$d\delta = \delta_i - \delta_{i-1} = \pi + \beta_{i-1} + \arcsin\left(\sin\beta_{i-1} + \frac{\Delta S}{L} \sin(\beta_{i-1} + \delta_{i-1})\right) + d\alpha.$$

При исследовании кинематики криволинейного движения лесовозного автопоезда следует учитывать, что местоположение буксирного устройства  $C$  не совпадает с серединой заднего моста  $D$  (рис. 2). Используют два варианта установки и работы буксирного устройства. В первом его роль выполняет тяговая вилка, расположенная позади переднего коника и ведущего моста тягача и соединяющая тягач с дышлом прицепа-ропуска. Кинематическая схема этого способа соединения звеньев автопоезда представлена на рис. 2, а. По такому принципу работает автопоезд в составе МАЗ-509А+ТМЗ-803. База прицепного звена  $L_n$  представляет собой расстояние от тяговой вилки до вертикального шкворня прицепа-ропуска. Тогда, согласно рис. 1, б и 2, а, для каждого мгновенного центра  $A$  вращения звеньев автопоезда

$$L = \frac{L_n \sin \widehat{BCD}}{\sin \delta};$$

$$\sin \widehat{BCD} = \pi - \left( \arcsin \frac{k \sin \delta}{L_n} + \delta \right),$$

где  $k$  — расстояние между буксирным устройством и серединой заднего моста тягача.

Скорректированные значения углов  $\delta_1$  складывания автопоезда и  $\beta_1$  поворота управляемых колес прицепа-ропуска с учетом параметра  $k$  принимают вид

$$\delta_1 = \delta + \arcsin \frac{k \sin \delta}{L_n};$$

$$\beta_1 = \beta - \arcsin \frac{k \sin \delta}{L_n}.$$

В настоящее время все большее распространение получает второй вариант соединения звеньев автопоезда с помощью телескопического дышла. В этом случае дышло утрачивает функции тягового органа и работает как направляющая, а роль буксирного устройства выполняет передний коник. Специальные ножи фиксируют положение пачки хлыстов относительно коника. Расстояние между кониками автопоезда является базой прицепного звена  $L_n$ . Кинематическая схема такого способа взаимодействия тягача и прицепа-ропуска изображена на рис. 2, б. По такому принципу работает автопоезд МАЗ-5434+ГКБ-9362.

Выражения, определяющие углы  $\delta_1$  и  $\beta_1$  и расстояние  $L$ , во втором варианте, согласно рис. 2, б, имеют вид

$$L = \sqrt{k^2 + L_n^2 - 2kL_n \cos \delta_1};$$

$$\delta_1 = \delta - \arcsin \frac{k \sin(\pi - \delta)}{L_n};$$

$$\beta_1 = \beta + \arcsin \frac{k \sin(\pi - \delta)}{L_n}.$$

Предложенный алгоритм расчета траектории прицепа-ропуски позволяет с высокой степенью точности определять кинематические характеристики взаимодействия звеньев автопоезда на повороте. Анализ показал, что максимальное отклонение траектории  $S'$  прицепа-ропуски от основной траектории  $S$  при радиусе поворота 11 м для автопоездов МАЗ-5434+ГКБ-9362 и МАЗ-509А+ТМЗ-803 достигает 1,9 и 2,0 м, при радиусе 20 м соответственно 0,9 и 1,0 м. Расхождения между расчетными данными и результатами приемочных испытаний названных лесовозных автопоездов не превышают 5%. Изложенная методика была использована при проектировании систем управления [4], позволяющих регулировать передаточное отношение привода прицепа-ропуски на повороте. Разработан способ управления прицепным звеном длиннобазного автопоезда [1], обеспечивающий следование колес прицепа-ропуски по колее ведущих колес тягача.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. А. с. 1592209 СССР, МКИ<sup>5</sup> В 62 D 13/02. Способ управления движением транспортного средства / А. В. Жуков, О. В. Петрович, А. И. Кирильчик, М. К. Асмоловский.— № 4442441 / 31-11; Заявлено 14.06.88; Опубл. 15.09.90 // Открытия. Изобретения.— 1990.— № 34.— С. 85. [2]. Жуков А. В., Петрович О. В., Кирильчик А. И. Методика оценки кинематических параметров тросовой системы управления лесовозного автопоезда // Лесн. журн.— 1990.— № 1.— С. 29—33. [3]. Закин Я. Х. Маневренность автомобиля и автопоезда.— М., 1986.— 135 с. [4]. Петрович О. В. Устройства копирного типа для управления прицепом-ропуском лесовозного автопоезда // Технология и оборудование заготовки и переработки древесины.— Минск, 1989.— Вып. 4.— С. 51—56. [5]. Петрович О. В., Кирильчик А. И. Кинематический анализ работы системы управления лесовозного автопоезда с применением ЭВМ // Технология и оборудование заготовки и переработки древесины.— Минск, 1988.— Вып. 3.— С. 45—49.

Поступила 7 июня 1991 г.

УДК 630\*31.003

### СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ТРЕЛЕВКИ К УСАМ И ВЕТКАМ И ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО

Ю. А. ШИРНИН, Г. П. ЗАХАРЕНКО

Марийский политехнический институт

Схемы вариантов трелевки, принятые для сравнения, представлены на рис. 1. В лесосырьевой базе 1 с магистралью 2 и ветками 3 лесовозные усы 4 могут прокладываться (вариант 1, рис. 1, а) или не прокладываться (вариант 2, рис. 1, б). В первом случае погрузочные пункты 5 расположены у уса, во втором — у ветки. Лесосеку 6 разбивают на делянки с магистральными волоками 7. В варианте 1 лесоматериалы вывозят по усу, ветке, магистрали, в варианте 2 — по ветке и магистрали.

Таким образом, в первом варианте значительно короче расстояние трелевки и выше производительность трелевочных машин, во втором