

УДК 622.002.5

В.В. Аксенов, А.А. Хорешок, В.И. Нестеров, М.Ю. Блащук

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАЗМЕЩЕНИЯ ГИДРОЦИЛИНДРОВ ТРАНСМИССИИ ГЕОХОДА

Одним из вариантов трансмиссии геогодов нового поколения является трансмиссия с гидроприводом на основе гидроцилиндров вращения, размещенных по хордам внутри секций. Для обеспечения требований [1], предъявляемых к трансмиссии геогодов нового поколения, конструктивные решения трансмиссии должны быть выполнены на основе компоновочных схем [2], реализующих работу гидроцилиндров в разных фазах.

На этапе проектирования, при выборе количества и размеров гидроцилиндров трансмиссии, а также при определении силовых, кинематических и геометрических параметров трансмиссии геогода возникает необходимость выражения геометрических параметров размещения гидроцилиндров, таких как, угловой шаг расстановки, расстояние между опорами корпуса и штока, геометрические размеры секций, диаметры поршня гидроцилиндра и др. параметры.

Из результатов компоновок размещения гидроцилиндров трансмиссии наиболее рациональные параметры получаются при следующих соотношениях

$$D_{уст.гц} = D_{ГС} - (3...4)D_{П}, \quad (1.1)$$

$$D_{уст.шт} = D_{ГС} - (2...3)D_{П}. \quad (1.2)$$

При установке опор гидроцилиндров на одной окружности, т.е. $D_{уст.шт} = D_{уст.гц} = D_{ГЦ}$, можно принимать

$$D_{ГЦ} = D_{ГС} - (3...4)D_{П}, \quad (1.3)$$

Большинство серийно выпускаемых гидроцилиндров [3] имеют следующее соотношение длины хода поршня L_X и размеров по осям крепежных проушин L_0

$$L_X = (0,3 \div 0,8)L_0, \quad (1.4)$$

Максимальное расстояние между опорами гидроцилиндра L_P можно представить в виде суммы

$$L_P = L_0 + L_X, \quad (1.5)$$

Значение длины рабочего хода L_X можно получить из формул (1.4) и (1.5)

$$L_X = \frac{L_P}{1 + \frac{1}{(0,3 \div 0,8)}} \quad (1.6)$$

Приблизительное значение максимально возможного расстояния L_P между опорами гидроцилиндра можно получить из компоновки, с учетом общего числа гидроцилиндров – $n_{ГЦ}$ (рис. 1.6).

Для упрощения расчета будем считать, что опоры гидроцилиндра будут располагаться на одной окружности, т.е. $D_{уст.шт} = D_{уст.гц} = D_{ГЦ}$. Угол

$\varphi_{ГЦ}$ между опорами корпусов (штоков) соседних гидроцилиндров будет определяться числом гид-

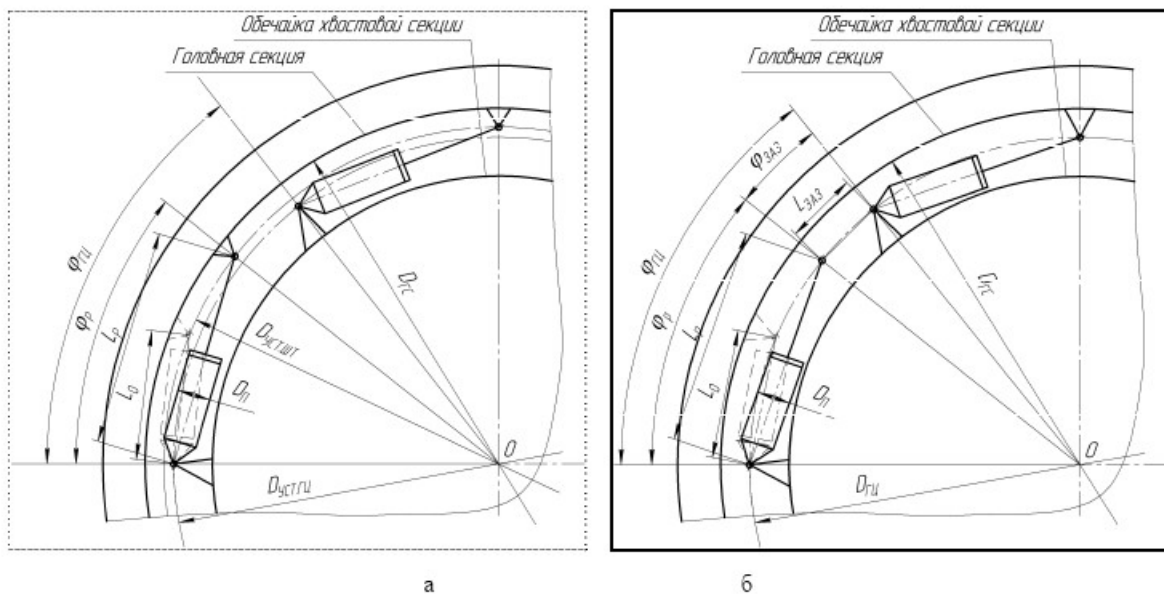


Рис. 1. Схемы к определению параметров размещения гидроцилиндров $D_{ГС}$ и L_P

роцилиндров $n_{ГЦ}$

$$\varphi_{ГЦ} = \frac{360^\circ}{n_{ГЦ}}, \text{ град} \quad (1.7)$$

Гидроцилиндр с максимально выдвинутым штоком будет отсекает на окружности $D_{ГЦ}$ хорду длиной L_P , опирающуюся на центральный угол φ_P . Между этими геометрическими параметрами существует взаимосвязь [4], описываемая следующим выражением

$$L_P = D_{ГЦ} \cdot \sin \frac{\varphi_P}{2}, \quad (1.8)$$

Центральный угол φ_P примем из соображений оставления необходимого углового зазора $\varphi_{3А3}$ между опорами штока и корпуса соседних гидроцилиндров. Угол $\varphi_{3А3}$ будет опираться на хорду $L_{3А3}$ на окружности диаметром $D_{ГЦ}$.

По результатам компоновок величину зазора можно принять равной диаметру поршня $D_{П}$, т.е. $L_{3А3} = D_{П}$, тогда аналогично выражению (1.8) можно записать

$$L_{3А3} = D_{П} = D_{ГЦ} \cdot \sin \frac{\varphi_{3А3}}{2}, \quad (1.9)$$

Выразим $\varphi_{3А3}$ из (1.9)

$$\frac{D_{П}}{D_{ГЦ}} = \sin \frac{\varphi_{3А3}}{2},$$

откуда

$$\arcsin \frac{D_{П}}{D_{ГЦ}} = \arcsin \left(\sin \frac{\varphi_{3А3}}{2} \right);$$

$$\varphi_{3А3} = 2 \cdot \arcsin \frac{D_{П}}{D_{ГЦ}}, \text{ град} \quad (1.10)$$

Центральный угол φ_P будет равен

$$\varphi_P = \varphi_{ГЦ} - \varphi_{3А3}, \text{ град} \quad (1.11)$$

Подставляя в формулу (1.11) выражения (1.7) и (1.10), найдем

$$\varphi_P = \frac{360^\circ}{n_{ГЦ}} - 2 \cdot \arcsin \frac{D_{П}}{D_{ГЦ}}, \text{ град} \quad (1.12)$$

Теперь подставив выражение (1.12) в (1.8) найдем выражение для L_P

$$\begin{aligned} L_P &= D_{ГЦ} \cdot \sin \left[0,5 \left(\frac{360^\circ}{n_{ГЦ}} - 2 \cdot \arcsin \frac{D_{П}}{D_{ГЦ}} \right) \right] = \\ &= D_{ГЦ} \cdot \sin \left(\frac{180^\circ}{n_{ГЦ}} - \arcsin \frac{D_{П}}{D_{ГЦ}} \right) \end{aligned} \quad (1.13)$$

С учетом (1.3) выражение (1.13) примет вид

$$L_P = \left[D_{ГЦ} - (3 \dots 4) D_{П} \right] \times \sin \left(\frac{180^\circ}{n_{ГЦ}} - \arcsin \frac{D_{П}}{(D_{ГЦ} - (3 \dots 4) D_{П})} \right) \quad (1.14)$$

Другим ограничением расстояния L_P может стать продольная устойчивость сжимаемого штока. Максимально допустимое расстояние между опорами можно определить по формуле [5]

$$L_{P_{max}} = \frac{356,8 \cdot d_{ШТ}^2}{D_{П} \cdot k_3 \sqrt{p \cdot [n]}}, \quad (1.15)$$

где $d_{ШТ}$ – диаметр штока гидроцилиндра, м;

k_3 – коэффициент закрепления, для шарнирного закрепления обоих концов гидроцилиндра $k_3 = 1$;

$[n]$ – коэффициент запаса (обычно = 3,5...4);

p – рабочее давление в гидроцилиндре, Па.

Диаметр штока обычно принимается исходя из соотношения [6]

$$d_{ШТ} = (0,3 \div 0,7) \cdot D_{П}, \quad (1.16)$$

При работе гидроцилиндров трансмиссии в разных фазах выдвижения необходимо обеспечить возврат поршня одного гидроцилиндра или группы гидроцилиндров за время выдвижения других поршней на величину разности хода между соседними фазами. Это обеспечивается тем, что скорость обратного хода $v_{ОБР.Х}$ должна быть больше скорости рабочего хода $v_{Р.Х}$ в $n_{\varphi А3}$ раз, т.е.

$$v_{ОБР.Х} \geq n_{\varphi А3} \cdot v_{Р.Х}, \quad (1.17)$$

Исходя из этого условия, диаметр штока $d_{ШТ}$ при постоянном расходе рабочей жидкости в гидроцилиндрах $Q_{Рi}$ определяем по формуле [3]

$$d_{ШТ} = D_{П} \sqrt{1 - \frac{1}{n_{\varphi А3}}}, \quad (1.18)$$

Подставляя (1.18) в (1.15), получим

$$\begin{aligned} L_{P_{max}} &= \frac{356,8 \cdot \left(D_{П} \sqrt{1 - \frac{1}{n_{\varphi А3}}} \right)^2}{D_{П} \cdot k_3 \sqrt{p \cdot [n]}} = \\ &= \frac{356,8 \cdot D_{П} \cdot \left(1 - \frac{1}{n_{\varphi А3}} \right)}{k_3 \sqrt{p \cdot [n]}} \end{aligned} \quad (1.19)$$

При числе гидроцилиндров совершающих обратный ход $n_{ОБР} = 1$, число промежуточных положений (фаз) будет

$$n_{\varphi А3} = n_{ГЦ}, \quad (1.20)$$

Тогда выражение (1.19) примет вид

$$L_{Pmax} = \frac{356,8 \cdot D_{II} \cdot \left(1 - \frac{1}{n_{ГЦ}}\right)}{k_3 \sqrt{p \cdot [n]}}, \quad (1.21)$$

На рис. 1.2 приведены графики, отражающие зависимости максимально возможного расстояния между опорами гидроцилиндра – L_P от количества гидроцилиндров $n_{ГЦ}$ и диаметра поршня D_{II} , построенные для секции диаметром $D_{ГЦ} = 4$ м по

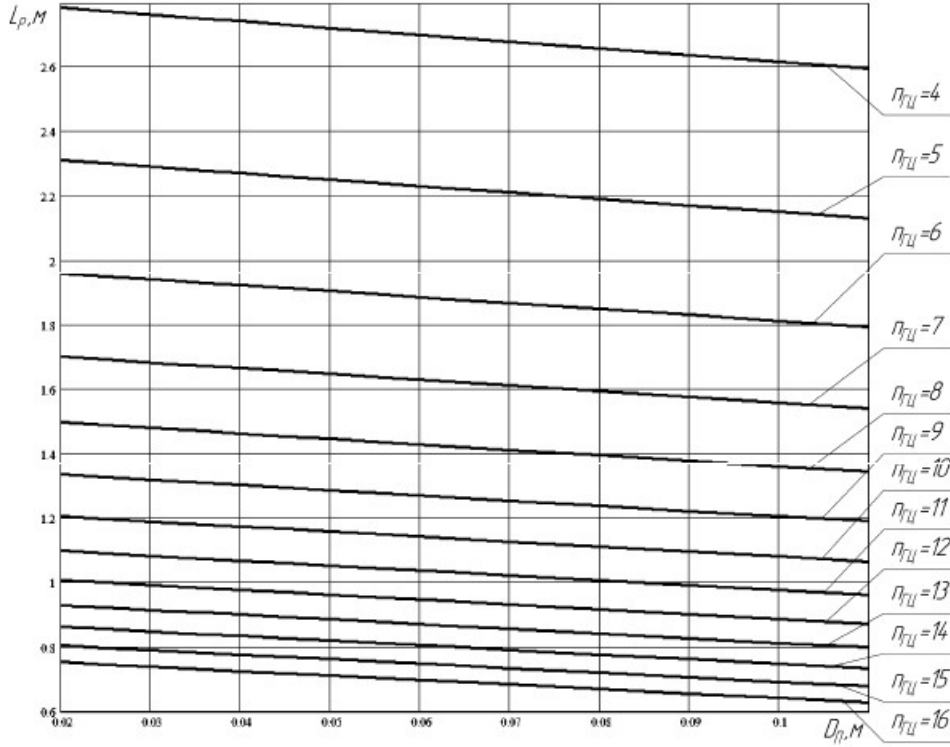


Рис. 2. Зависимость допустимого расстояния L_P по конструктивному условию

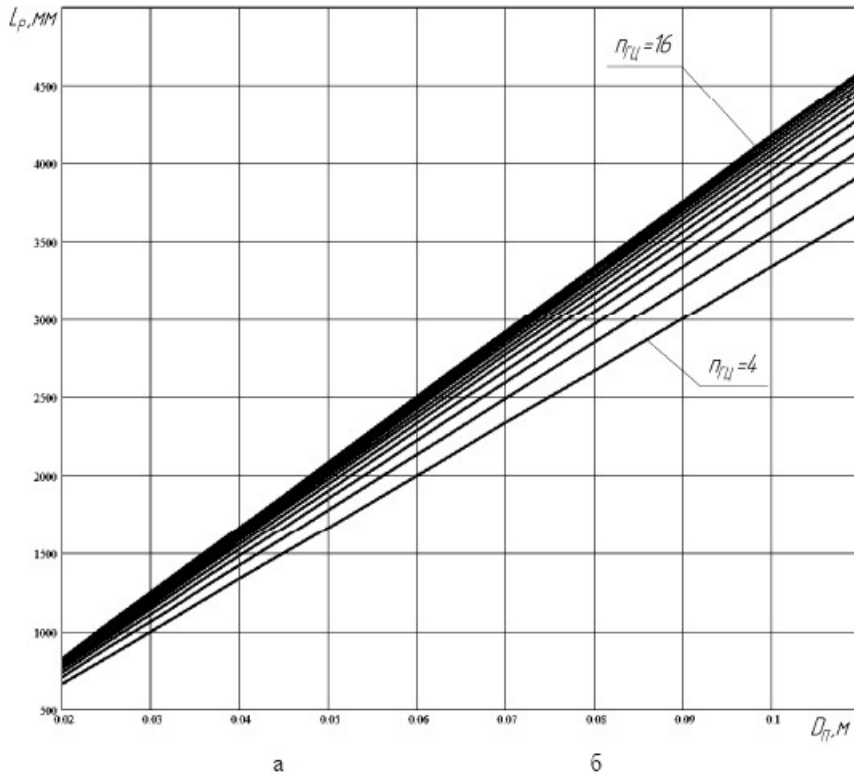


Рис. 3. Зависимость допустимого расстояния по условию устойчивости

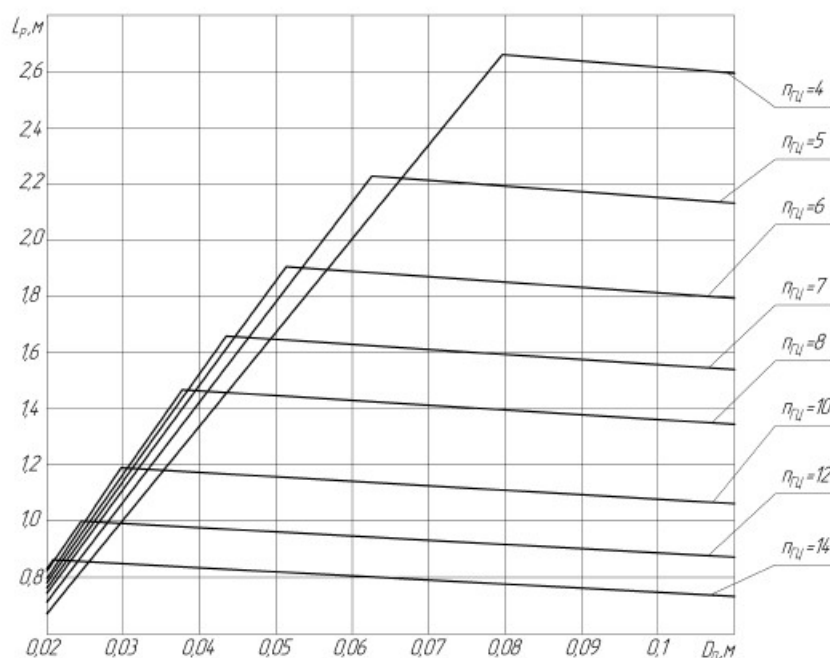


Рис. 4. Зависимость допустимого расстояния L_p по конструктивному условию и условию устойчивости конструктивному условию размещения (рис. 2) и условию устойчивости (рис. 3).

На рис.4 показан график зависимости L_p , построенный с учетом обоих условий для различного числа гидроцилиндров

Графические зависимости допустимого расстояния L_p между опорами гидроцилиндра по условию вписываемости и условию устойчивости показывают, что при малых диаметрах поршня допустимое расстояние L_{pmax} между опорами гидроцилиндра по условию устойчивости значительно меньше максимально допустимого рас-

стояния L_p по конструктивному условию размещения, таким образом, при увеличении количества гидроцилиндров преобладающим является условие устойчивости.

Помимо рассмотренных ограничений длины L_p по конструктивному условию и условию устойчивости, также ограничением величины L_p может выступать и требуемый габарит пространства внутри геодода. С целью его увеличения необходимо уменьшать величину расстояния между опорами L_p и, соответственно и длину рабочего хода L_x .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разработка требований к трансмиссии геодоходов / Аксенов В.В., Ефременков А.Б., Блащук М.Ю., Тимофеев В.Ю. // Известия Вузов Горный Журнал, №8 2009, С. 101-104
2. Разработка вариантов компоновочных решений гидравлической трансмиссии геодохода / Аксенов В.В., Ефременков А.Б., Блащук М.Ю., Тимофеев В.Ю. // Труды VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием – ЮТИ ТПУ, Юрга: Изд. ТПУ, 2010. С. 607-613.
3. Свешников В.К. Станочные гидроприводы: Справочник – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение. 1995. – 448 с.
4. Выгодский М.Я. Справочник по элементарной математике – М.: Изд. «Наука», 1965. – 424 с.
5. Свешников В.К. Гидрооборудование: Международный справочник. Книга 1. Насосы и гидродвигатели: Номенклатура, параметры, размеры, взаимозаменяемость. Издат. центр «Техинформ» МАИ – 2001. – 360 с.
6. Коваль П.В. Гидравлика и гидропривод горных машин: Учебник для вузов по специальности «Горные машины и комплексы». – М.: Машиностроение, 1979. – 319 с.

□ Авторы статьи:

Аксенов
Владимир Валерьевич,
докт. техн. наук, профес-
сор ЮТИ ТПУ, зав. лаб.
угольной геотехники Ин-
ститута угля СО РАН.
E-mail:
v.aksenov@icc.kemsc.ru

Хорешок
Алексей Алексеевич,
докт. техн. наук, профессор,
зав. кафедрой горных машин
и комплексов КузГТУ,
тел. 8(3842) 39-69-40.

Нестеров
Валерий Иванович,
докт. техн. наук, профес-
сор, зав. кафедрой горных
машин и комплексов, пре-
зидент КузГТУ,
тел. 8(3842) 39-69-40.

Блащук
Михаил Юрьевич,
ст. преп. каф. горношахт-
ного оборудования ЮТИ
ТПУ. E-mail:
mby.tpu@gmail.com.