

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИИ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.997
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2021 Issue: 03 Volume: 95

Published: 05.03.2021 <http://T-Science.org>

QR – Issue



QR – Article



Adilbek Agabekovich Akhmetov

Constructor Technological Center for Agricultural Engineering
Head of Department, Dr. Sci., Professor,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Abror Kayumovich Karimov

Higher Military Aviation School of the Republic of Uzbekistan,
Lecturer, Karshi city, Uzbekistan

Dilfuza Usmonaliyevna Kambarova

Tashkent State Technical University them. I. Karimova
Assistant, Republic of Uzbekistan, Tashkent

Dilshod Kuchkor ugli Begmatov

Tashkent State Technical University them. I. Karimova
Master student, Republic of Uzbekistan, Tashkent

ISSUES OF ENSURING THE OPERABILITY OF THE MECHANISM FOR CHANGING THE BASE OF A FOUR-WHEEL TRACTOR

Abstract: The growth of the share of mechanization in the total volume of field work in mountainous and foothill areas or on hilly terrain with areas with significant irregularities and slopes is constrained by insufficient longitudinal and lateral stability of serial tractors. To solve this problem, "CTCAE" RLO has begun work on the development of a tractor with a variable track and base. During field and transport work on areas with significant irregularities and slopes where stability is required, the base of this tractor is set to the greatest. At the same time, for processing relatively flat and small areas where a minimum turning radius is required, on the contrary, its base is set to the smallest. The transfer of the tractor from one base to another is carried out by the mechanism of changing the tractor base. Reliability of work, which largely depends on the parameters of its most critical units and parts that are correctly selected when constructing. The conducted studies have shown that the proposed method for checking the reliability of the hydraulic cylinder axis is also acceptable for checking the reliability of the remaining axles of the mechanism for changing the base of the tractor. In the course of the study, it was found that the parameters incorporated in the design of the axis of the hydraulic cylinder withstand the load applied during the operation of the mechanism for changing the base of the tractor and provides the condition of strength in the dangerous section, that is, $\sigma > [\sigma]_T$, therefore, the mechanism is operational.

Key words: tractor, front beam, bar, spar, mechanism, base, track, parts, hinge, hydraulic cylinder, load, slope, stability, controllability.

Language: Russian

Citation: Akhmetov, A. A., Karimov, A. K., Kambarova, D. U., & Begmatov, D. K. (2021). Issues of ensuring the operability of the mechanism for changing the base of a four-wheel tractor. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 03 (95), 42-47.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-03-95-5> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2021.03.95.5>

Scopus ASCC: 2200.

ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МЕХАНИЗМА ИЗМЕНЕНИЯ БАЗЫ ЧЕТЫРЕХКОЛЕСНОГО ТРАКТОРА

Impact Factor:

ISRA (India)	= 4.971	SIS (USA)	= 0.912	ICV (Poland)	= 6.630
ISI (Dubai, UAE)	= 0.829	РИИЦ (Russia)	= 0.126	PIF (India)	= 1.940
GIF (Australia)	= 0.564	ESJI (KZ)	= 8.997	IBI (India)	= 4.260
JIF	= 1.500	SJIF (Morocco)	= 5.667	OAJI (USA)	= 0.350

Аннотация: Рост доли механизации в общем объеме полевых работ на горных и предгорных районах или на холмистой местности, имеющие участки со значительными неровностями и склонами, сдерживается из-за недостаточной продольной и поперечной устойчивости серийных тракторов. Для решения этой проблемы в ООО «КТЦСМ» начаты работы по разработке трактора с изменяемой колеей и базой. При полевых и транспортных работах на участках со значительными неровностями и склонами, где требуется обеспечение устойчивости, база у этого трактора устанавливается наибольшим. В то же время для обработки сравнительно ровных и малых участков, где требуется минимальный радиус поворота, наоборот, его база устанавливается наименьшим. Перевод трактора с одной базы на другой осуществляется механизмом изменения базы трактора. Надежность работы, которого во многом зависит от правильно выбранных при конструировании параметров его наиболее ответственных узлов и деталей. Проведенные исследования показали, что предложенная методика проверки надежности работы оси гидроцилиндра приемлемо и для проверки надежности остальных осей механизма изменения базы трактора. В ходе исследования установлено, что параметры, заложенные в конструкцию оси гидроцилиндра, выдерживает нагрузку, приложенную во время работы механизма изменения базы трактора, и обеспечивает условие прочности в опасном сечении, то есть $\sigma > [\sigma]_T$, следовательно, механизм работоспособен.

Ключевые слова: трактор, передняя балка, брус, лонжерон, механизм, база, колея, детали, шарнир, гидроцилиндр, нагруженность, уклон, устойчивость, управляемость.

Введение

УДК 629.114.2

В подавляющем большинстве технологических операций по возделыванию сельскохозяйственных культур применяются универсально-пропашные тракторы [1-3]. При этом достижения полноценного использования технико-эксплуатационных показателей этих тракторов сдерживается из-за отсутствия возможности изменения их базы.

Например, рост доли механизации в общем объеме полевых работ на горных и предгорных районах или на холмистой местности, имеющие участки со значительными неровностями и склонами, сдерживается из-за недостаточной продольной и поперечной устойчивости серийных тракторов. Если поперечная устойчивость определяется колеей трактора, то продольная – его базой [4].

С точки зрения продольной и поперечной устойчивости, а также устойчивости движения более благоприятна и безопасно работа с машинотракторными агрегатами, составленными на базе тракторов с большей колеей, удлиненной базой и низким расположением центра тяжести [5]. Поэтому при работе на неровных, холмистых участках для обеспечения устойчивости трактора его база и колея должна быть наибольшим. В то же время для обработки междурядий культур, возделываемых в этих регионах, для обеспечения минимального радиуса поворота, наоборот, база трактора должна быть наименьшим. Однако серийные универсально-пропашные тракторы, выпускаемые отечественными производителями, не имеют такой возможности. Для устранения этого недостатка серийных тракторов в ООО «Конструкторский технологический центр сельскохозяйственного машиностроения» (КТЦСМ) разработан трактор с изменяемой базой [6] под условной маркой TTZ-1080 (рис. 1).



Рис.1. Трактор с изменяемой базой TTZ-1080 при: а - удлиненной базе; б – укороченной базе

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.997
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

Цель исследования – проверка надежности наиболее ответственных деталей механизма изменения базы и перевода трактора с меньшей базы на большую базу и обратно.

Материалы и методы. В отличие от серийных тракторов разработанный в КТЦСМ трактор снабжен механизмом изменения базы трактора (рис. 2).

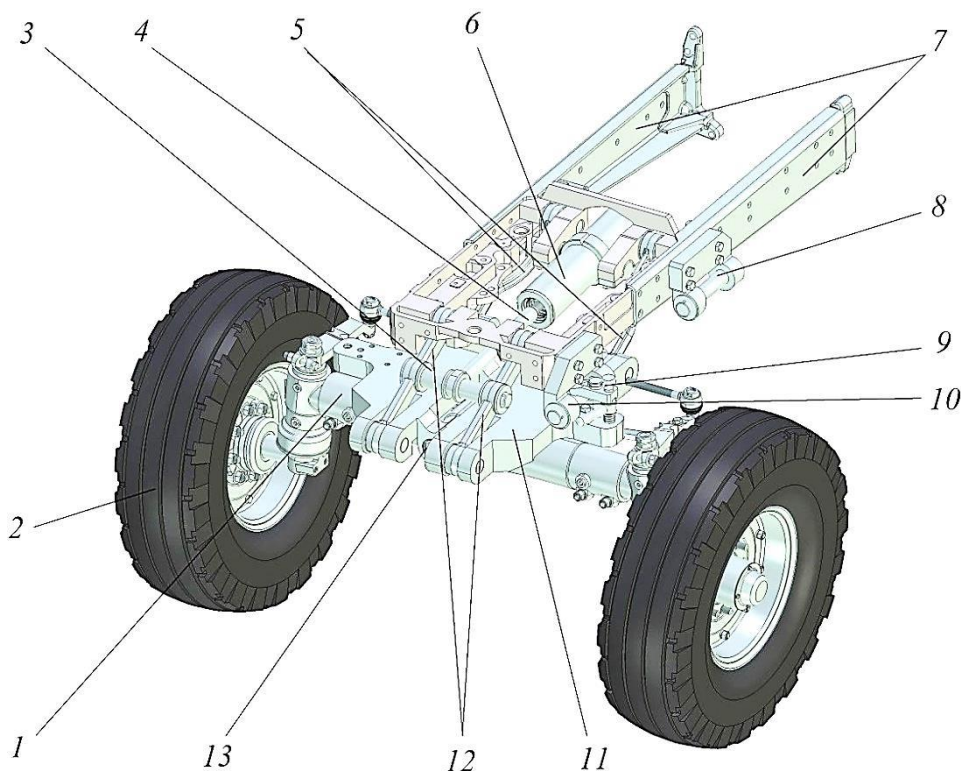


Рис. 2. Механизм изменения базы трактора

Механизм изменения базы трактора представляет собой параллелограммный механизм, вмонтированный между лонжероном 7 и брусом 11 полурамы соединенной посредством оси 13 с балкой 1 переднего моста с направляющими колесами 2 трактора. Шарнирно соединенный между собой лонжерон 7, брус 11, передние 12 и задние 5 звенья представляют собой параллелограммный механизм.

Механизма изменения базы приводится в действие силовым гидроцилиндром 6, который принудительно поворачивает передние звенья 12 параллелограммного механизма вокруг шарнира. Поворот передних звеньев приводит к изменению положения всех 5 и 12 звеньев параллелограммного механизма, следовательно, балки 1 переднего моста трактора. При принудительном выдвигении штока 4 гидроцилиндра 6 производится наращивание базы трактора, если шток задвигается – уменьшение базы. Как показали замеры, максимальное приращение при этом базы трактора составляет 673 мм.

При необходимости увеличения длины базы трактора с помощью гидроцилиндра 6 шток 4 выталкивается в наружном направлении. В свою очередь шток посредством шарнира 3 поворачивает закрепленный с ней звенья 12 и, тем самым, перемещает шарнирно связанный с передними 12 и задними 5 звеньями брус 11 полурамы вперед до тех пор, пока он не упирается к упору 10. Положение бруса 11 полурамы после оперения в упор 10 фиксируется фиксатором 9. Такое перемещение относительно лонжерона 7 бруса 11 полурамы вперед увеличивает длину базы трактора, и она будет максимальной.

Для уменьшения длины базы трактора шток 4 втягивает внутрь гидроцилиндра 6. При этом связанный штоком шарнир 3 поворачивая закрепленный с ним звено 12, перемещает шарнирно связанный с передними 12 и задними 5 звеньями брус 11 полурамы назад до тех пор, пока он не упирается к упору 8. Положение бруса 11 полурамы после оперения в упор 8 фиксируется фиксатором 9. Такое перемещение относительно лонжерона 7 бруса 11 полурамы назад уменьшает длину базы трактора, и она будет минимальной.

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.997
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

Результаты и обсуждение. Компактность и безотказность работы этого механизма во многом зависит от правильно подобранных конструктивных параметров наиболее нагруженных деталей механизма изменения базы трактора.

У механизма изменения базы все подвижные элементы: передние и задние звенья, кронштейн и гидроцилиндр посажены на осях. Каждый из передних звеньев выполнено с тремя проушинами, куда посредством втулки

вставляются оси. В среднюю проушину вставляется ось гидроцилиндра, а верхнюю и нижнюю проушину - верхняя и нижняя оси механизма изменения базы трактора.

Среди них наиболее нагруженными является ось гидроцилиндра (рис. 3), который обеспечивает передачу толкающего усилия к двум ведущим - передним звеньям механизма изменения базы трактора. Поэтому методику проверки надежности работы осей проводим на примере оси гидроцилиндра.

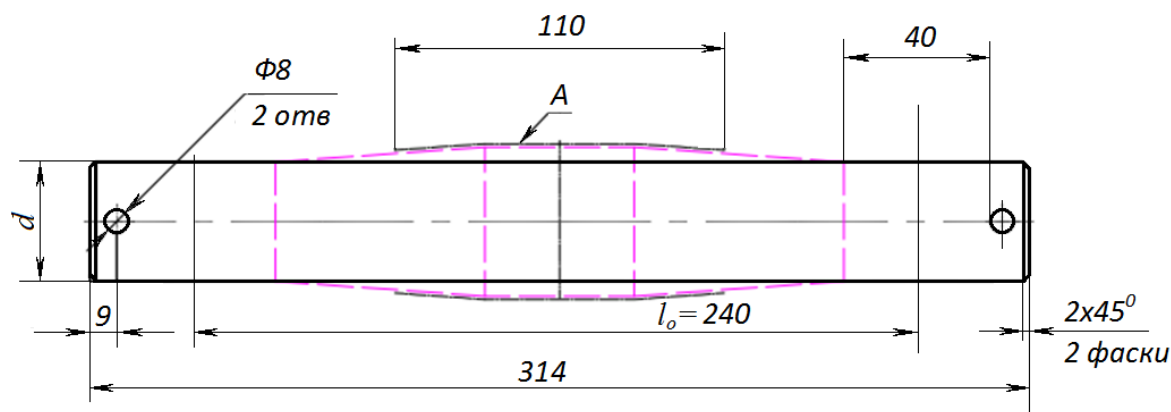


Рис.3. Расчетная схема оси гидроцилиндра

Для оценки прочности осигидроцилиндра механизма изменение базы приняты классические методы механики, применяемые для расчета и оценки прочностных показателей деталей [7, 8]. Опираясь на конструктивные параметры,

заложенные при первичной комплектации в конструкцию, а также на действующие во время работы на оси усилия (табл.1) определяем прочностные показатели осей механизма изменения базы трактора.

Таблица 1. Исходные данные

Наименование показателей	Значение
Колесная формула	4К2
Толкающее усилие гидроцилиндра Ц100 F_u , Н	123213
Усилие F_{10} , Н	42840
Усилие F_{21} , Н	89702
Диаметр осей d , мм	40
Материал	40Х ГОСТ4543
Твердость	37...42 HRC ₃
Предел текучести σ_T^{40X} , МПа	882,9

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.997	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

Предварительный силовой анализ [9] показывает, что на ось действует изгибающий момент.

Усилия в опорах A и B , определенные согласно расчетной схеме (рис. 4) будут

$$R_A = R_B = 0,5 \cdot F_u = 61606,5 \text{ Н.} \quad (1)$$

Напряжение изгиба при действии толкающего усилия гидроцилиндра

$$\sigma_u = \frac{M_{\max}}{W_x}, \quad (2)$$

где M_{\max} – максимальный изгибающий момент;
 W_x – момент сопротивления изгибу поперечного сечения оси.

$$W_x = \frac{\pi d^3}{32}. \quad (3)$$

Условие прочности определяется выражениями

$$\sigma \leq [\sigma]_r \quad (4)$$

и

$$[\sigma]_r = \frac{\sigma_T}{[n]_r}, \quad (5)$$

где $[n]_r$ – допускаемый запас прочности, МПа.

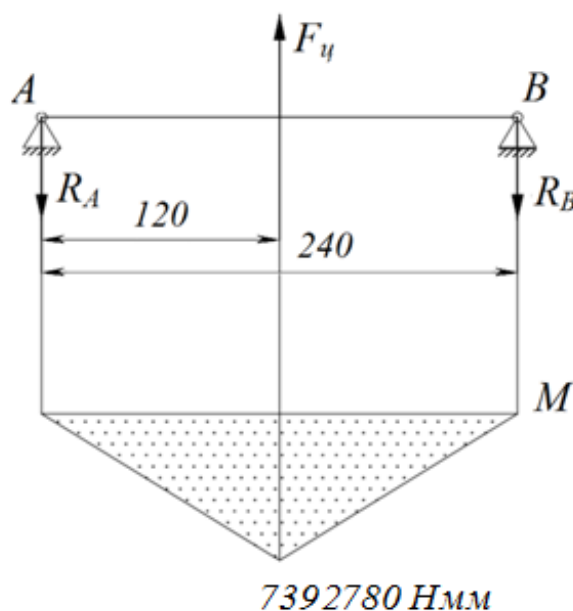


Рис. 4. Расчетная схема

Допускаемый запас прочности по пределу текучести определяется выражением [10]

$$[n]_r = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3, \quad (6)$$

где n_1 – основной коэффициент запаса, учитывающий отклонение механических характеристик от нормативных вследствие нарушения технологии изготовления, наличия остаточных напряжений, значение которого по предельным нагрузкам для поковки составляет $n_1 = 1,2$, а для литья $n_1 = 1,5$;

n_2 – коэффициент запаса, учитывающий точность определения расчетных нагрузок и напряжений, $n_2 = 1,4$;

n_3 – коэффициент запаса, учитывающий ответственность детали, $n_3 = 1,2$.

Подставляя числовые значения в (6), получим

$$[n]_r = 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,2 = 2;$$

тогда

$$[\sigma]_r^{40X} = 441,45 \text{ МПа.}$$

Результаты проведенного расчета показали (таблица 2) то, что, несмотря на изящность конструкции при выполнении оси гидроцилиндра с диаметром 40 мм условие прочности не выполняется, следовательно, ось не работоспособна.

Impact Factor:	ISRA (India) = 4.971	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
	ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
	GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.997	IBI (India) = 4.260
	JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

Таблица 2

M_{max} , Нмм	W_x , мм ³	σ , МПа	$[\sigma]_T$, МПа
7392780	6283,2	1176,6	441,45

Рекомендуется увеличить диаметр посадочного места крепления штока гидроцилиндра $cd=40$ мм до 50 мм и обеспечить закалку до твердости 46...51 HRC, на указанном участке A .

Как показали результаты предварительного расчета опасного сечения при выполнении

предложенных рекомендаций (таблица 3), условия прочности выполняется, следовательно, ось гидроцилиндра работоспособна и выдерживает приложенную во время работы механизма нагрузку.

Таблица 3

M_{max} , кгс мм	W_x , мм ³	σ , МПа	$[\sigma]_T$, МПа
7392780	12272	602,41	637,65

Предложенная методика проверки прочности оси гидроцилиндра приемлема для проверки прочности и других осей механизма изменения базы трактора.

Выводы.

Таким образом, при работе ось гидроцилиндра испытывает нагрузку, вызывающий изгибающий момент в 7392780 Нмм.

Откорректированные параметры, заложенные в конструкцию осигидроцилиндра, выдерживает максимальный изгибающий момент, и обеспечивает условие прочности в опасном сечении, то есть $\sigma > [\sigma]_T$, следовательно, механизм работоспособен и выдерживает приложенную во время работы механизма изменения базы трактора нагрузку.

References:

- (2012). *Sistemamashin i texnologiy dlya kompleksnoy mexanizatsii sel'skoxozyaystvennogo proizvodstva 2011-2016 gg.* – Ch. 1, rasteniyevodstvo. (p.199). Tashkent: NPS pri MSVX RUz.
- Gurevich, A.M. (1983). *Traktori i avtomobili.* (p.336). Moscow: Kolos.
- (1988). *Traktori: Teoriya: Uchebnik dlya studentov vuzov pospets. «Avtomobili i traktori»* / V.V. Gusikov, N.N. Velev, Y.E. Atamanov i dr.; pod obsh.red. V.V. Gusikova. (p.376). Moscow: Mashinostroyeniye.
- Anilovich, V.Y., & Vodolajchenko, Y.T. (1976). *Konstruirovaniye i raschet sel'skoxozyaystvennix traktorov.* (p.456). Moscow: Mashinostroyeniye.
- Smirnov, G.A. (1990). *Teoriya dvizheniya kolesnix mashin.* (p.352). Moscow: Mashinostroyeniye.
- Axmetov, A.A., Usmanov, I.I., & Asamov, S. (2017). *Vibor konstruksii universalno-propashnogo traktora s izmenyayusheysya bazoy.* *FarPI ITJ*, 2017 y., Tom 21, №2, pp.132-135.
- Rayko, M.V. (1966). *Raschetdetaley i uzlovmashin.* (p.498). Kiyev: Texnika.
- Pisarenko, G.S. (1975). *Spravochnik posoprotivleniyu materialov.* (p.704). Kiyev: Naukovadumka.
- Axmetov, A.A., & Usmanov, I.I. (2016). *Opredeleniye silinashtoke gidrotsilindra mexanizmaizmeneniya bazit raktora v nachalniy moment umensheniye dlini bazi.* *Gorniyvestnik*, №4(№67), pp. 78-80.
- Rozovskiy, M.S. (1976). *Opredeleniye zapasov prochnosti i dopuskayemix napryazheniy.* (p.55). Moscow: NIItaktorselxozmash.