

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ТРАКТОРА КЛАССА 5 ПРИ РАБОТЕ В СОСТАВЕ ТРАНСПОРТНОГО АГРЕГАТА

**А.В. Захаров, канд. техн. наук, доцент,**

**Л.Г. Сапун, канд. техн. наук, доцент,**

**И.О. Захарова, ассистент, А.В. Жук, студент**

*БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

*Аннотация.* В статье предложена расчетная схема и методика оценки эффективности тормозной системы трактора класса 5 при работе в составе транспортного агрегата. Приведены результаты расчетов для нескольких агрегатов отечественного и зарубежного производства.

*Abstract.* The article proposes a calculation scheme and a methodology for assessing the effectiveness of the braking system of a class 5 tractor when operating as part of a transport unit. The results of calculations for several units of domestic and foreign production are given.

*Ключевые слова:* трактор, транспортный агрегат, замедление, остановочный путь, передний мост, рабочие тормоза.

*Keywords:* tractor, transport unit, deceleration, stopping path, front axle, service brakes.

### Введение

С развитием модельного ряда тракторов «БЕЛАРУС» тягового класса 1,4 до 5,0 и мощности двигателя от 45 до 260 кВт эксплуатационная масса трактора достигла 12–14 т. Масса агрегата на базе колесного трактора кл. 5 с разбрасывателями и транспортными прицепами доходит до 40 т., транспортные скорости движения таких агрегатов по дорогам достигают 40 км/ч, что предъявляет высокие требования к тормозным системам.

### Основная часть

Оценка эффективности тормозной системы трактора проводится согласно СТБ 2216-2011 и директиве 76/432 СЕЕ по максимальному замедлению и тормозному пути. Исходные данные транспортного агрегата, например, для внесения минеральных удобрений «Беларус 3522»+МТУ-24. Расчетная схема тракторного транспортного агрегата представлена на рисунке 1.

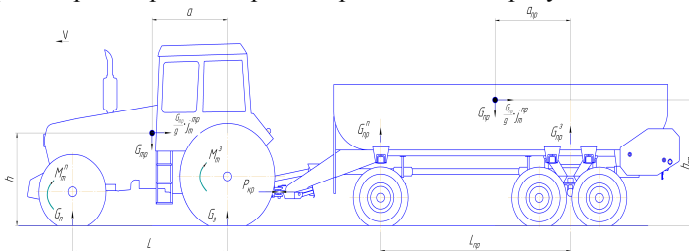


Рисунок 1 – Расчетная схема тракторного транспортного агрегата

Согласно СТБ 2216-2011 и директиве 76/432 СЕЕ длина остановочного пути должна удовлетворять условию:

$$\frac{V_0^2}{2 \cdot J_{\max}^{aep}} + V_0 t_T \leq 0,18 \cdot V_0 + \frac{V_0^2}{90}; \quad (1)$$

где  $V_0$  – скорость в момент торможения, км/ч.

$J_{\max}^{aep}$  – максимальное замедление трактора, м/с<sup>2</sup>.

$t_T$  – время срабатывания тормозов, для гидравлических 0,3 с.

Определим остановочный путь тракторного агрегата для случая, когда трактор тормозит только задней осью.

Замедление тракторного агрегата при торможении только задней осью трактора:

$$J_{\max}^{aep} = \frac{2g \cdot M_T^3 \cdot U_T^3}{\delta_{ep} (G_n \cdot r_n + G_3 \cdot r_3 + G_{np}^n \cdot r_{np} + G_{np}^3 \cdot r_{np})}; \quad (2)$$

Подставим параметры транспортного агрегата «Беларус 3522»+МТУ-24. Тогда при максимальной скорости тракторного агрегата 40 км/ч:

$$\frac{11,1^2}{2 \cdot 1,32} + 11,1 \cdot 0,3 \leq 0,18 \cdot 40 + \frac{40^2}{90}; \quad 49,9 \text{ м} > 25 \text{ м};$$

Условие не выполняется. Следовательно, необходимо применение тормозов в переднем мосту, тогда замедление тракторного агрегата:

$$J_{\max}^{aep} = \frac{2g(M_T^3 \cdot U_T^3 + M_T^n \cdot U_T^n)}{\delta_{ep}(G_n \cdot r_n + G_3 \cdot r_3 + G_{np}^n \cdot r_{np} + G_{np}^3 \cdot r_{np})}; \quad (3)$$

$$\frac{11,1^2}{2 \cdot 3,21} + 11,1 \cdot 0,3 \leq 0,18 \cdot 40 + \frac{40^2}{90}; \quad 20,5 \text{ м} < 25 \text{ м}.$$

Условие выполняется. В результате применение тормозов в переднем мосту обосновано.

Аналогичный расчет выполним при скоростях движения 30, 20 и 10 км/ч для трех различных транспортных агрегатов.

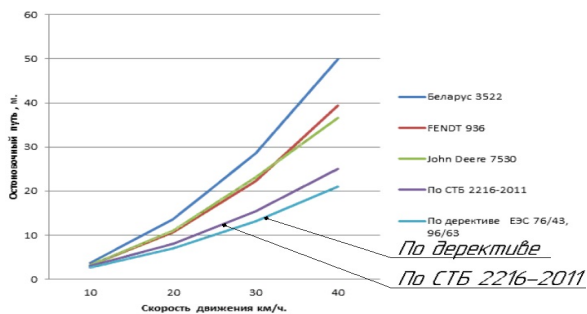


Рисунок 2 – Остановочный путь тракторного агрегата без применения тормозов в переднем мосту

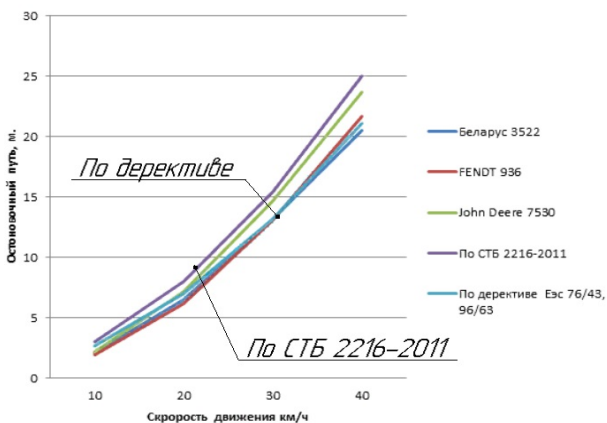


Рисунок 3 – Остановочный путь тракторного агрегата с применением тормозов в переднем мосту

### Заключение

Результаты расчетов для нескольких агрегатов отечественного и зарубежного производства показывают рисунок 2, что при полном затормаживании задних колес (тормозит юзом) не выполняются требования СТБ 2216-2011 и директив ЕЭС 76/432 и 96/63 по максимальному замедлению и остановочному пути транспортного агрегата. Поэтому нами предложено доработать конструкцию переднего моста и установить дисковые тормоза с трением в масле на полуоси по обе стороны дифференциала с гидростатическим приводом, работающим параллельно приводу тормозов заднего моста. Остановочный путь тракторного агрегата с применением тормозов в ПВМ представлен на рисунке 3.

### Список использованной литературы

1. Шарипов В.М. Конструирование и расчет тракторов. – М.: Машиностроение, 2004г. – 592с.
2. Трактор «Беларус 3222/3522» и его модификации. Руководство по эксплуатации / – ПО «Минский тракторный завод», 2014 г. – 394 с.
3. Правила ЕЭК Директива Комиссии 96/63/ЕС от 30 сентября 1996 г., вносящая изменения в Директиву Совета 76/432/ЕЕС о сближении законодательств государств-членов, касающихся тормозных устройств колесных сельскохозяйственных или лесохозяйственных тракторов.
4. СТБ 2216-2011 Прицепы и полуприцепы тракторные. Общие технические требования. Минск. Госстандарт – 10с.

УДК 629.368.035

### ПАРАМЕТРЫ СОВРЕМЕННЫХ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

**Г.И. Гедроить, канд. техн. наук, доцент,**  
**С.В. Занемонский, старший преподаватель,**  
**В.В. Михалков, старший преподаватель,**  
**А.Г. Белевич, старший преподаватель**  
*БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

*Аннотация.* В статье представлены значения параметров автотракторных двигателей, необходимые для контроля их расчетных значений, определенных в ходе проектирования.

*Abstract.* The article presents the values of the parameters of auto-tractor engines, necessary to control their calculated values, parameters during the design process.

*Ключевые слова:* двигатель, тепловой расчет, рабочий цикл, температура, давление.

*Keywords:* engine, thermal calculation, duty cycle, temperature, pressure.

#### Введение

Главная тенденция в развитии современных двигателей автомобилей и тракторов заключается в повышении их мощностных и экономических показателей при одновременном снижении массы и габаритов. В соответствии с этой тенденцией наблюдается рост таких параметров, как степень сжатия, среднее эффективное давление, литровая и поршневая мощность, частота вращения коленчатого вала, надежность работы двигателя при соответствующем уменьшении его массы и удельного расхода топлива.

Параметры рабочего цикла (процесса) двигателя определяются при выполнении теплового расчета. По его результатам определяются индикаторные и эффективные показатели рабочего цикла, КПД и экономичность, уточняются основные размеры проектируемого двигателя.