

## Перевод гусеничных тракторов ОАО «ОТЗ» на гидрообъемную трансмиссию: экологический аспект

### *OTZ tracked skidder's conversion to hydraulic transmission: environmental aspect*

И. Г. Скобцов (I. G. Skobtsov)<sup>1</sup>

*e-mail: iskobtsov@mail.ru*

А. В. Питухин (A. V. Pitukhin)

*e-mail: ktm@psu.karelia.ru*

М. И. Куликов (M. I. Kulikov)

*Петрозаводский государственный университет*

#### **АННОТАЦИЯ**

Рассмотрена одна из возможностей снижения негативного воздействия гусеничных трелевочных тракторов на лесную почву путем применения гидрообъемной трансмиссии в качестве механизма поворота.

**Ключевые слова:** *окружающая среда, лесная почва, гусеничный трелевочный трактор, гидрообъемная трансмиссия, режим поворота.*

#### **SUMMARY**

This paper deals with one of the possibilities of decreasing forest soil damage by track skidders by using hydraulic transmission as a turning mechanism.

**Keywords:** *environment, forest soil, tracked skidder, hydraulic transmission, turning mode.*

В Российской Федерации на законодательном уровне предусмотрена система мер, направленных на рациональное природопользование и охрану окружающей среды. Технический уровень лесосечных машин в перспективных технологиях будет оцениваться в большей мере по степени отрицательного воздействия на окружающую среду или экологическому ущербу. Соответственно этому будут формироваться и требования, предъявляемые как к базовой конструкции в целом, так и к отдельным ее системам, в частности, моторно-трансмиссионной установке, механизмам поворота.

В условиях Северо-Западного федерального региона всесезонная заготовка древесины сопряжена со значительными трудностями, поскольку большую часть лесопокрытой площади занимают почвы с низкой несущей способностью (III и IV категорий), пять-шесть месяцев в году территория Европейского Севера покрыта снежным покровом и круглогодичное использование лесозаготовительной техники на этих террито-

риях затруднено по условию проходимости. Этим объясняется преобладающее использование гусеничной техники на лесозаготовках, причем большую часть парка лесозаготовительных машин на предприятиях региона составляют гусеничные тракторы ОАО «Онежский тракторный завод» («ОТЗ»).

Многолетний опыт эксплуатации тракторов ОАО «ОТЗ» свидетельствует о значительном негативном воздействии на природную среду и, в первую очередь, на лесную почву. Вертикальные и горизонтальные воздействия движителей гусеничных тракторов разрушают почвенный покров, особенно при многократных проходах, образуя глубокую колею; по образующимся колеям в период ливневых дождей устремляются селевые потоки, превращая их в микроовраги и ущелья. С взрыхленного участка лесосеки только после одного ливневого дождя может быть смыт слой почвы толщиной 5...10 см, для восстановления которого потребуется до тысячи лет.

Усиление отрицательного влияния движителя машин на почву происходит в режиме поворота. Исследования режимов работы различных модификаций трелевочных тракторов и лесосечных машин в производственных условиях Карелии и Ленинградской области показали, что при трелевке трактор работает в режиме поворота до 70% общего времени – это одна из характерных особенностей взаимодействия трелевочного трактора с волоком [1, 2]. Поворот входит в технологическую схему как прием при сборе пачки (трелевочная машина) и формировании пакета деревьев (валочно-пакетирующая машина). В настоящее время уже применяются механизмы поворота в виде полнопочной гидрообъемной трансмиссии (ГОТ), обеспечивающей плавный бесступенчатый поворот машины. Ожидается, что такая трансмиссия позволит уменьшить отрицательное влияние на почвенный покров и подрост.

При повороте гусеничной трелевочной машины в ходе перемещения пакета деревьев (хлыстов) происходит перераспределение нагрузок между гусеницами за счет изменения направления действия крюковой силы от части пакета, волочащейся по грунту, – появления поперечной составляющей крюковой силы (рис.1).

Опорные реакции  $i$ -й гусеницы:

$$Z_i(R) = Z_{\text{прям}} - (-1)^i \cdot \Delta Z_{\text{поп}}(R),$$

реакция при прямолинейном движении:

$$Z_{\text{прям}} = \frac{1}{2}(G_T + Q_1 + P_{кр} \sin \beta),$$

величина перераспределения (рис.2):

$$\Delta Z_{\text{поп}}(R) = P_{кр} \frac{h_{кр}}{B} \cos \beta \sin \gamma(R) - P_j(R) \frac{h_c}{B}.$$

<sup>1</sup> Авторы – соответственно преподаватель и профессор кафедры технологии металлов и ремонта, профессор кафедры тяговых машин

© Скобцов И. Г., Питухин А. В., Куликов М. И., 2005

Здесь  $G_T$  – вес трактора;  $Q_1$  – вес части пакета, размещенной на тракторе;  $P_{кр}$  – крюковая нагрузка;  $P_j$  – сила инерции;  $\beta$  – угол между линией действия крюковой силы и поверхностью движения;  $\gamma$  – угол между продольной осью машины и пакетом деревьев;  $h_{кр}$  – вертикальная координата приложения крюковой силы;  $h_c$  – вертикальная координата центра масс,  $R$  – радиус поворота.

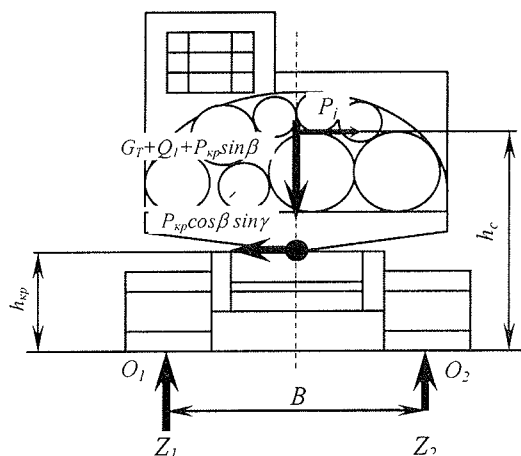


Рис. 1. Схема определения опорных реакций

Таким образом, при повороте трактора с пакетом отстающая гусеница ( $i=1$ ) догружается, а забегаящая ( $i=2$ ) разгружается на величину  $\Delta Z_{ном}$ .

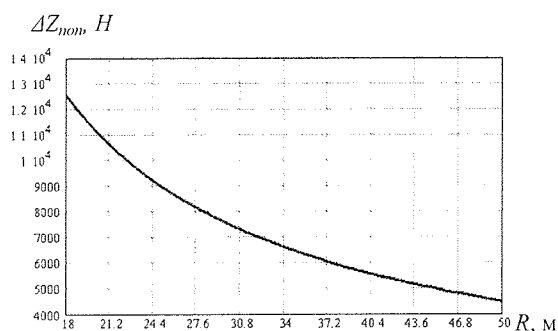


Рис. 2. График зависимости изменения опорных реакций на гусеницы от радиуса поворота

Очевидно, что перераспределение опорных реакций приведет к увеличению нормального давления под отстающей гусеницей и уменьшению его под забегаящей. Для простейшего случая равномерного распределения нормального давления под  $i$ -й гусеницей можем написать:

$$q_i = \frac{Z_i}{bL},$$

где  $b$  – ширина гусеницы;

$L$  – длина опорной поверхности.

Поскольку поворот есть наиболее общий режим движения машины в условиях лесосеки, давление гусениц на грунт является одним из основных параметров, значения которых необходимо учитывать при конструировании, а действительное распределение нормального давления по длине опорной поверхности существующих гусеничных тракторов ОАО «ОТЗ» (семейство тракторов «Онежец») существенно отличается от равномерного, даже при прямолинейном движении превышая средние значения в 4...8 раз [3]. Представляет интерес исследование динамики изменения нагрузок на грунт при повороте трактора с серийным (силовое регулирование) и перспективным (кинематическое регулирование – ГОТ, выполненная по бортовой схеме) механизмами поворота.

Согласно известной методике [4], силы и моменты, приложенные к корпусу трактора при равномерном движении, подразделяются на две группы: 1) силы, возникающие в результате выполнения технологического процесса (крюковая нагрузка  $P_{кр}$ , вес части пакета, размещенной на тракторе  $Q_1$ , вес корпуса трактора  $G_k$ ); 2) силы и моменты, возникающие в точках связей корпуса с ходовой частью (касательные силы тяги гусениц  $P_k$ , силы натяжения гусениц  $P_{нi}$ , реактивные моменты от передачи крутящих моментов на гусеницы  $M_{pi}$ , нормальные реакции на корпус в передней и задней опорах  $Z_A$  и  $Z_B$ ). Отметим, что в общем случае растягивающая сила  $P_{нi}$ , действующая на элементарный участок гусеничного обвода, складывается из предварительной (статической) силы натяжения, усилия от центробежных сил и рабочего натяжения. Поскольку серийными трелевочными тракторами ОАО «ОТЗ», оборудованными механизмами поворота с силовым регулированием (бортовыми фрикционными), поворот осуществляется при затянутом тормозе отстающей гусеницы, относительная скорость элементов гусеничного обвода равна нулю. Следовательно, в обводе отстающей гусеницы (при затянутом тормозе) присутствуют только статическое и рабочее натяжение. При этом обе составляющие действуют в верхней и передней наклонной ветвях гусеничного обвода, а на ведущем участке гусеницы действует только статическое натяжение. С учетом срабатывания натяжного устройства (сжатия пружины) на заднем участке образуются "мешок", т. е. практически на ось ведущей звездочки действует только вес провисших звеньев. Для тракторов, оборудованных перспективными механизмами поворота с кинематическим регулированием, обеспечивающим бесступенчатое изменение радиуса, в обводе отстающей гусеницы, помимо статического и рабочего натяжений, будет присутствовать динамическое натяжение, зависящее от скорости отстающей гусеницы на данном радиусе поворота. Результаты расчетов показывают, что силы натяжения в гусеничном обводе оказывают существенное влияние на величину реакций на опоры корпуса. Наличие динамического и рабочего натяжений повлияет на величину

нагрузок на опоры балансиров отстающего борта, и, следовательно, на реакции грунта под опорными катками. Таким образом, можно ожидать снижения величины пиковых давлений под задними опорными катками трактора, оборудованного механизмом поворота с кинематическим регулированием радиуса. Результаты расчетов давлений под опорными катками отстающего борта при повороте трелевочного трактора ТБ-1М-15 с пакетом деревьев объемом  $V=8 \text{ м}^3$ , оборудованного серийным (бортовые фрикционы, механическая трансмиссия) и перспективным (ГОТ по бортовой схеме) механизмами поворота, представлены на рис. 3.

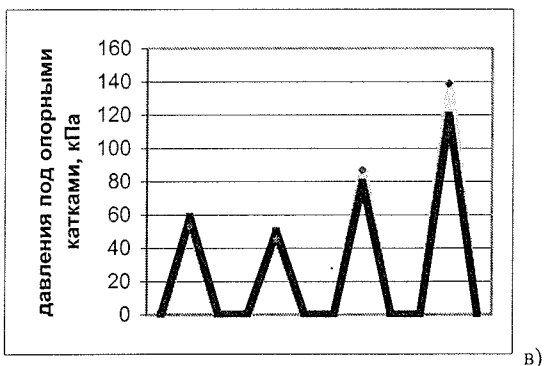
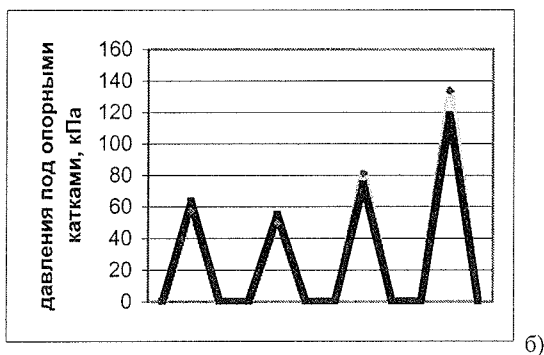
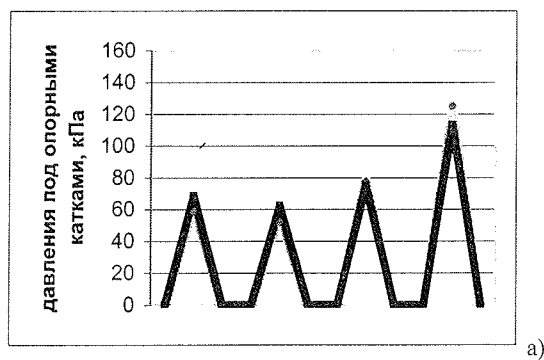


Рис. 3. Давления под опорными катками отстающего борта при повороте трелевочного трактора: а –  $R=30 \text{ м}$ ; б –  $R=20 \text{ м}$ ; в –  $R=15 \text{ м}$ ; ..... – механическая трансмиссия; ———— – гидрообъемная трансмиссия

Возможность снижения негативного влияния лесосечных машин на лесную среду связана с совершенствованием конструкции и компоновки трансмиссии, ме-

ханизмов поворота, элементов ходовой системы, технологического оборудования. Очевидно, что при разработке перспективных мобильных лесных машин необходимо стремиться к обеспечению оптимального распределения нагрузки в ходовом аппарате, что позволит существенно улучшить как тягово-цепные и эксплуатационные параметры машины, так и снизить негативное воздействие машины на почву.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимов Г. М. Новые концепции теории лесосечных машин. / Г. М. Анисимов, Б. М. Большаков. СПб., 1998. 116 с.
2. Анисимов Г. М. Основы минимизации уплотнения почвы трелевочными системами. / Г. М. Анисимов, Б. М. Большаков. СПб., 1998. 116 с.
3. Бартенев И. М. Экспериментальная оценка распределения удельного давления под гусеничным двигателем трелевочного трактора ТДТ-55 / И. М. Бартенев, В. И. Прядкин. Воронеж, 1996. 9 с. Деп в ВИНТИ 30.05.96, № 1803 – В96.
4. Ворухайлов С. А. Определение давления гусениц на грунт при повороте трактора. / С. А. Ворухайлов // Известия ВУЗов. Лесной журнал. 1969. №6. С. 51-56.